ББК 32.884.19
В80

Составитель *А. В. Дьяков*
Рецензенты: *А. С. Долгий*, кандидат физико-математических наук *Б. Г. Успенский*
Редактор *М. Е. Орехова*
Художник *В. А. Клочков*

В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 107/
В80 Сост. А. В. Дьяков.— М.: Патриот, 1990.—80 с., ил.

30 к.

Приведены описания конструкций, принципиальные схемы и методика расчета их некоторых узлов. Учтены интересы начинающих и квалифицированных радиолюбителей

Для широкого круга радиолюбителей.

В $\frac{2302020500-022}{072(02)-90}$ 26-90 ББК 32.884.19
6Ф2.9

Издание для досуга

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 107

Составитель **Андрей Васильевич Дьяков**

Художественный редактор *Т. А. Хитрова*
Технический редактор *В. А. Авдеева*
Корректор *О. С. Назаренко*

Сдано в набор 3.12.89. Подписано в печать 25.04.90. Г-43447. Формат $84\times108^1/_{32}$. Бумага книжно-журнальная. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,2. Усл. кр.-отт. 4,62. Уч.-изд. л. 4,09.
Тираж 800000 экз. Цена 30 коп. Изд. №2/ч-536. Заказ 5682.
Ордена «Знак Почета» издательство ДОСААФ СССР.
129110, Москва, Олимпийский просп., 22.

Ордена Трудового Красного Знамени типография издательства Куйбышевского обкома КПСС. 443086, Куйбышев, пр. Карла Маркса, 201.

АВТОМАТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ

КОДОВЫЙ ЗАМОК

А. Головкин

Кодовые замки нашли применение для охраны внутренних помещений. В статье описан замок, в котором пульт ввода кода оформлен в виде одной кнопки и двух цифровых светодиодных индикаторов, помещенных в общий металлический корпус, который устанавливается на месте замочной скважины обычного механического замка и не более уязвим, чем механический замок. Замок обеспечивает кодировку последовательностью двузначных чисел, которых в коде может быть от двух до шести — на выбор владельца, кроме того, учитывается их последовательность в коде.

Число возможных комбинаций кода определяется по формуле $A_n^m=\frac{n!}{(n-m)!}$, где n — общее число кнопок, m — число кодовых кнопок, или для случая $n \gg m$ по формуле $A \approx n^{2m}$. Отсюда следует, что использование кодовой последовательности более чем из шести чисел практически бессмысленно, так как уже в этом случае число возможных кодовых комбинаций достигает числа $K=10^{11}$, а вероятность угадывания кодовой комбинации соответственно равна $P=10^{-11}$. Для сравнения вероятность выигрыша в спортлото (угадывание 6 чисел из 49) равна 10^{-6}.

Питание электрической части замка автономно — сухие элементы. В ждущем режиме потребляемый от батареи ток составляет приблизительно 2 мА.

Процесс открывания замка на практике выглядит так. При нажатии на кнопку начинают светиться цифровые индикаторы. Каждый кратковременный нажим на кнопку

увеличивает показания индикаторов на 10. При появлении нужного десятка кнопку задерживают в нажатом положении. Спустя 300 мс начинают автоматически, с частотой 3 Гц изменяться показания разряда единиц. В момент появления на индикаторе кодового числа кнопка отпускается. В течение половины секунды для контроля правильности набора показания на индикаторе сохраняются, затем происходит ввод числа в память и установка индикаторов в нуль. Можно набирать следующее число. При любой ошибке или нарушении последовательности ввода код надо вводить заново, так как уже записанные в память замка числа стираются. Внешне эти сбросы информации никак не проявляются. В случае правильного набора кода сразу после ввода последнего числа срабатывает исполнительное устройство и открывает замок. Примерно через 5 с после отпускания кнопки индикация прекращается независимо от того, сработало исполнительное устройство или нет.

Принципиальная схема замка состоит из двух частей. Первая часть (рис. 1) представляет собой формирователь чисел и содержит элементы DD2.1, DD3.1, DD3.2, DD4—DD7 с соответствующими RC-цепочками и цифровые индикаторы HG1 и HG2. Вторая часть (рис. 2) — назовем ее процессорной — собрана на базе незамкнутого кольцевого регистра (триггеры DD11—DD13) с цепями защиты от нарушений правил ввода (микросхемы DD3.3, DD8—DD10, DD14, DD15) и выходного устройства на транзисторах VT2, VT3 и реле K1, контакты которого включают исполнительное устройство, открывающее замок. Контакты реле K1 и исполнительное устройство на схеме не показаны.

Рассмотрим работу обеих частей по очереди. В исходном состоянии все счетчики и триггеры находятся в состоянии логического 0. На логических элементах (см. рис. 1) DD1.1 и DD1.2 собран генератор с периодом следования импульсов около 3 мс, а на DD1.3 и DD1.4 — генератор с периодом около 300 мс. Длительность периодов определяется цепочками R2C2 и R7C6 соответственно. Параметры входной цепи первого генератора R1C1R3 подобраны так, чтобы при нажатии на кнопку SB1 генератор вырабатывал только один импульс, что обеспечивается временем зарядки конденсатора C1 и которое несколько больше длительности одного периода

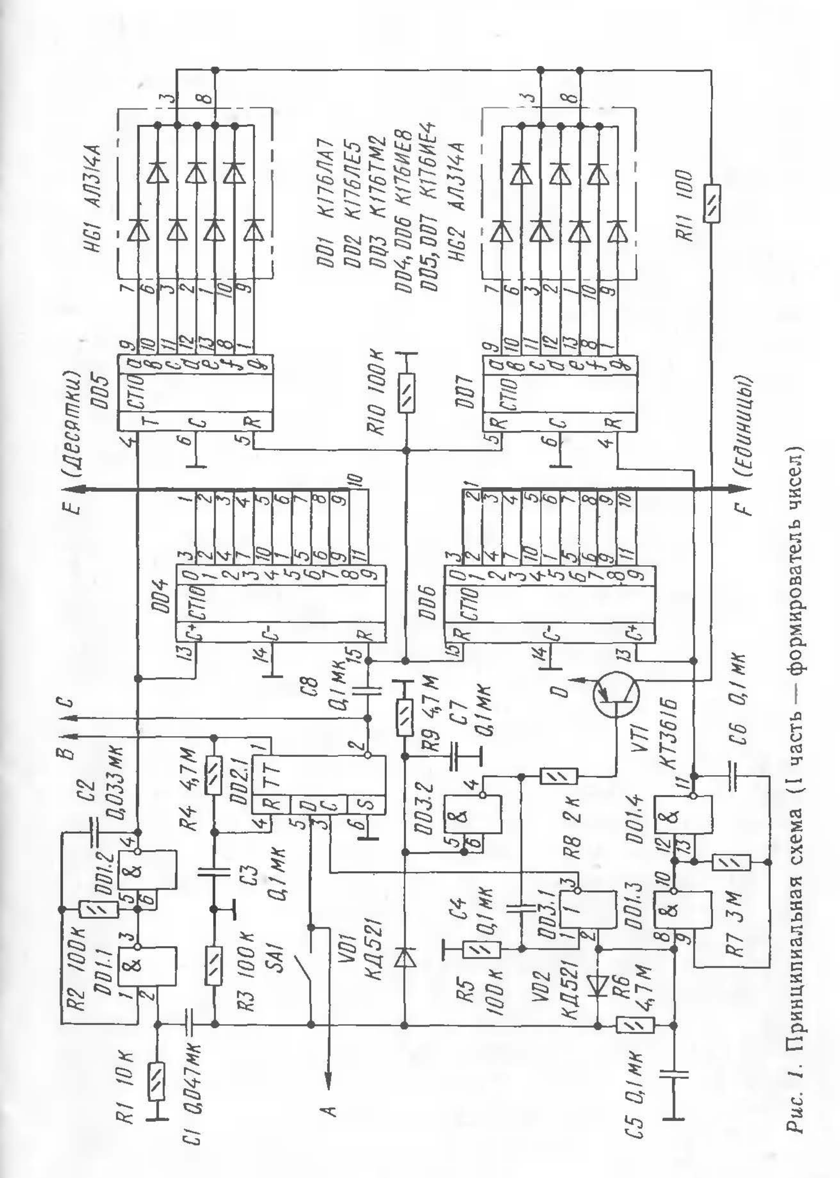


Рис. 1. Принципиальная схема (1 часть — формирователь чисел)

генератора. Этим исключается влияние искрения контактов на работу генератора.

Параметры входной цепи второго генератора VD2R6C5 выбраны такими, чтобы генерация начиналась только спустя 300 мс после нажима и удерживания кнопки SB1, что обусловлено временем зарядки конденсатора C5 через резистор R6, а прекращалась сразу после ее отпускания за счет разрядки этого конденсатора через диод VD1 и резистор R3.

Импульсы с каждого генератора поступают на соответствующую пару счетчиков DD4, DD5 или DD6, DD7, один из которых служит для индикации чисел на светодиодном индикаторе HG1 (или HG2), а другой создает высокие потенциалы на входах микросхем DD9 и DD10 (рис. 2). У каждого элемента этих микросхем один вход подсоединяется к любому из выходов счетчика DD4, второй — к любому из выходов счетчика DD6 и третий — к схеме разрешения ввода чисел в регистр, собранной на инверторе DD3.1 и триггере DD2.1.

На инверторе DD3.2 и цепочке VD1R9C7 собрана схема выключения индикации. В момент нажима на кнопку SB1 конденсатор C7 заряжается до напряжения источника питания, транзистор VT1 открывается и подает напряжение на индикаторы HG1 и HG2. После отпускания кнопки конденсатор разряжается через резистор R9 за время T≅RC, транзистор закрывается и индикаторы гаснут.

Вторая часть схемы — процессор (рис. 2) — выполняет функции памяти, опознавания кодового числа, защиты от попыток подобрать код и включения исполнительного устройства. Ее основная часть — триггеры DD11—DD13. В исходном состоянии у всех триггеров Q-выходы находятся в состоянии логического 0. На D-входе первого (DD11.1) триггера постоянно установлен высокий уровень. На D-входе каждого следующего триггера уровень зависит от состояния Q-выхода предыдущего триггера, и в исходном состоянии на D-входах — нули. Это означает, что при подаче импульсов на C-вход любого триггера, кроме первого, его состояние не изменится. Этим обеспечивается соблюдение последовательности при вводе кодовых чисел.

Чтобы закодировать замок, как было сказано ранее, необходимо каждую пару входов элементов DD9 и DD10 подсоединить соответственно к выходам счетчика десят-

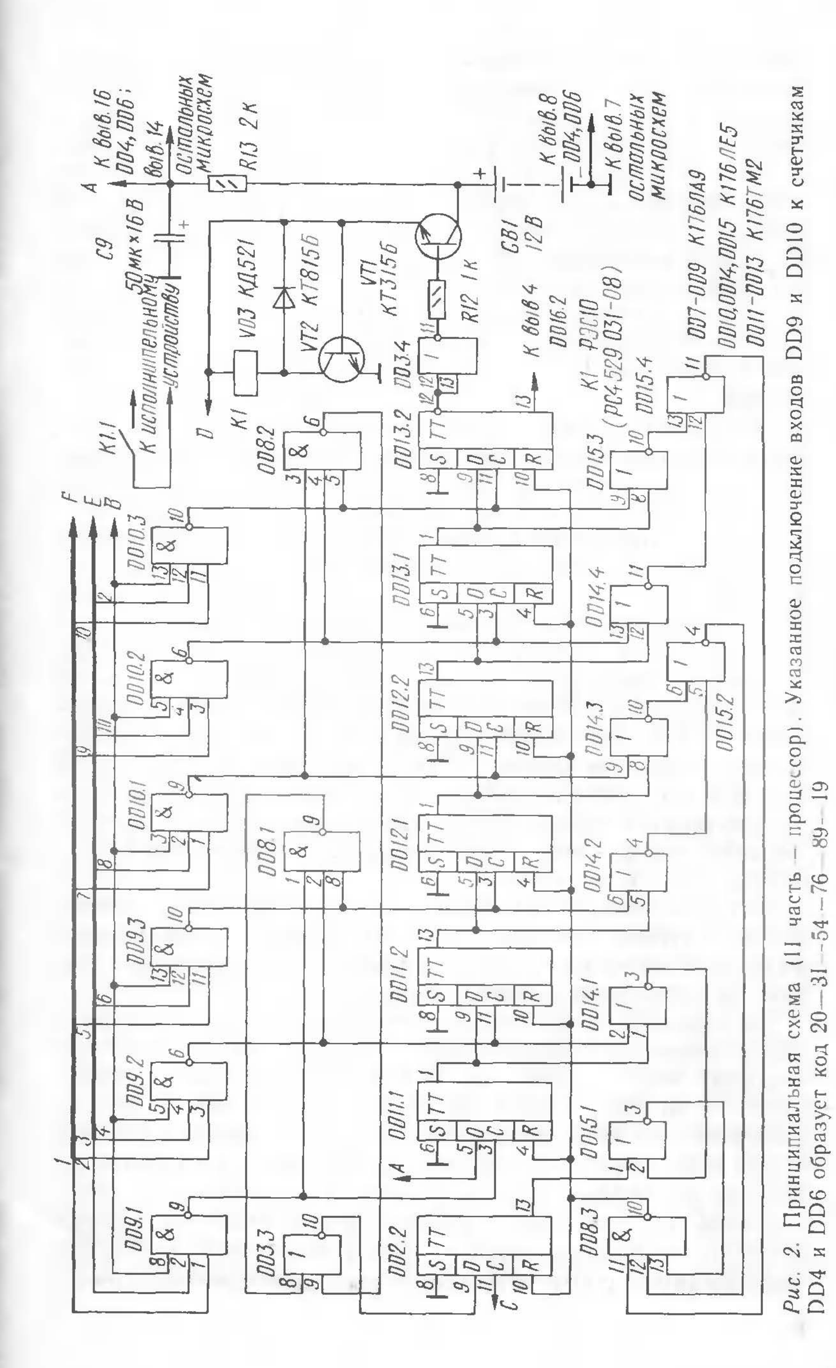


Рис. 2. Принципиальная схема (II часть — процессор). Указанное подключение входов DD9 и DD10 к счетчикам DD4 и DD6 образует код 20—31—54—76—89—19

ков DD4 и счетчика единиц DD6. При этом число одновременно подсоединяемых входов к одному и тому же выходу счетчика не ограничено, например в каждом числе кода может встречаться одна и та же цифра. Однако повторение в коде одного и того же числа не допускается. К примеру, код 15—25—35—45—55—65 или 31—32—33—34—35—36 допустим, а код 05—23—45—05—56—99 — нет. Объясняется это тем, что при вводе числа 05 в регистр первый триггер регистра на команду отреагирует нормально, а четвертый триггер «расценит» ее как нарушение последовательности ввода чисел и в результате сформируется команда сброса.

При необходимости уменьшение длины кодовой последовательности осуществляется простым подключением входов элемента DD3.4 к Q-выходу соответствующего триггера. При этом в случае набора выключенной части кода происходит сброс регистра как от нарушения последовательности, т. е. автоматически превращается в некодовую.

Используемые цифровые индикаторы потребляют ток около 5 мА на сегмент и поэтому подключены к выводам микросхем DD5 и DD7 непосредственно. Хотя технические условия этого не допускают. Практически это возможно (см., например, статью С. Алексеева «Применение микросхем серии К176» в журнале «Радио» № 4 за 1984 г.). Если используются индикаторы с большим потребляемым током, необходимо между ними и микросхемами установить промежуточные транзисторы, как описано в той же статье.

Во избежание появления сбоев в работе замка в конце срока службы батарей при включении индикаторов, реле или исполнительного устройства микросхемы питаются через развязывающий фильтр R13C9.

В связи с практической невозможностью подобрать код в замке не предусмотрена сигнализация о попытках подбора кода. Если же такая сигнализация необходима, ее можно собрать по схеме, показанной на рис. 3. Работает она следующим образом. На элементах DD16.1 и DD16.2 собран RS-триггер. В исходном состоянии на выходе элемента DD16.1 находится логическая 1, конденсатор C10 заряжен почти до напряжения источника питания и в результате на выходе элемента DD16.3 поддерживается низкий уровень, закрывающий транзи-

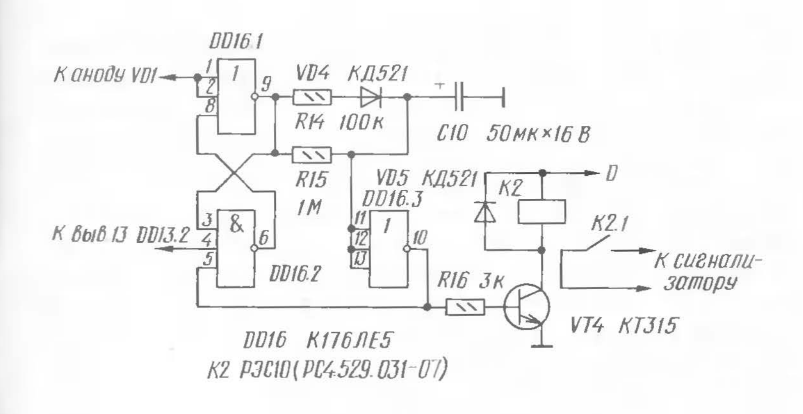


Рис. 3. Схема сигнализации о попытках подбора кода

стор VT4. В это время реле K2 обесточено и сигнализатор выключен. При первом же нажиме на кнопку SB1 (см. рис. 1) триггер перейдет в другое устойчивое состояние. На выходе элемента DD16.1 появится низкий уровень и конденсатор C10 начнет разряжаться через резистор R15. Спустя некоторое время, равное здесь 40 с, на выходе элемента DD16.3 появится высокий уровень, откроется транзистор VT4 и контакты реле K2 включат сигнализатор.

Одновременно этот высокий уровень поступит на вход 5 элемента DD16.2 и вернет триггер в исходное состояние. Конденсатор C10 вновь начнет заряжаться через цепочку VD4R14R15 и примерно через 5 с сигнализатор выключится. Так схема будет работать в том случае, если в течение 40 с код не будет набран. Если же код за это время будет введен, то высокий уровень, пришедший с Q-выхода последнего триггера регистра на вывод 4 элемента DD16.2, переведет схему в исходное состояние еще до включения сигнализатора, и конденсатор C10, не успев разрядиться, зарядится снова.

К о н с т р у к ц и я и д е т а л и. Замок собран на микросхемах серии К176, однако вполне допустимо использовать серии К561 и К564 без каких-либо изменений в схеме. Если возникнут затруднения с приобретением счетчиков-дешифраторов К176ИЕ8 и К176ИЕ4, каждую их пару можно заменить одним счетчиком К176ИЕ2 и двумя дешифраторами К176ИД1 и К176ИД2

(или К176ИД3). К остальным элементам схемы особых требований не предъявляется. Транзисторы и диоды могут быть любыми кремниевыми, с малыми обратными токами (для снижения потребляемого тока в ждущем режиме), конденсаторы керамические типа КМ-6, КМ-5 или КЛС; электролитические — типа К50-24. Все резисторы типа МЛТ-0,125 или аналогичные. Кнопка SB1 — любая без фиксации. В схеме на рис. 3 в качестве сигнализатора можно использовать любой квартирный звонок. Электромагнит — самодельный, его конструкция приведена на рис. 4. Он представляет собой трубчатый каркас 1 из бумаги или лучше латуни, на который намотан в навал провод 2 марки ПЭВ-0,2 до заполнения. С одного торца в каркас туго вставлен или вклеен короткий отрезок 4 из магнитомягкого железа, с другого вставляется якорь 5 из того же материала.

Изготовленный по данному описанию электромагнит подключается к «+» батареи через контакты реле К1. Следует заметить, что тяга такого электромагнита может оказаться недостаточной для надежного отвода

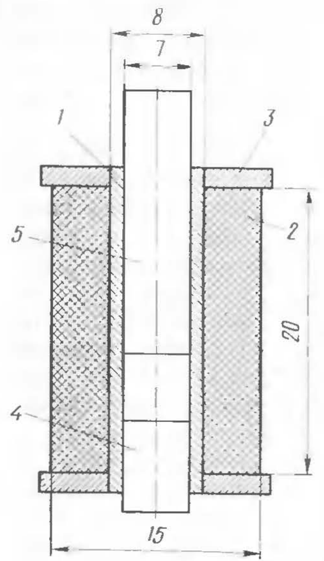


Рис. 4. Эскиз электромагнита: 1 — каркас; 2 — обмотка; 3 — щечки; 4 — заглушка; 5 — якорь

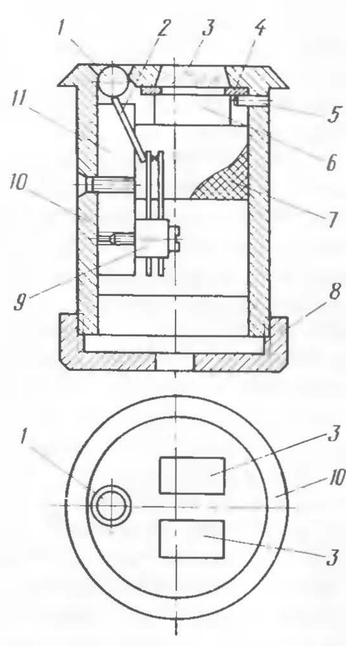


Рис. 5. Конструкция пульта

щеколды замка, так как он рассчитывался не для отвода щеколды, а для ее разблокировки. Открывался же замок с помощью дверной ручки. Иными словами, силовых нагрузок к якорю электромагнита не прилагалось. При необходимости дистанционно открывать замок с помощью электромагнита лучше воспользоваться более мощным сетевым электромагнитом или, если это нежелательно, использовать в качестве исполнительного устройства микроэлектродвигатель с редуктором.

Возможная конструкция пульта приведена на рис. 5, он представляет собой стальной стакан 10, в дне которого сделаны два прямоугольных окна. За окнами установлены светодиодные индикаторы 6. В окна вставлены защитные пластинки 3 из оргстекла. Для фиксации пластинок в окнах края последних и края пластинок слегка расширяются внутрь. Пластинки вставляют в окна изнутри и через тонкую прокладку из белой бумаги поджимают стальным диском 4, имеющим такие же окна, как и стакан, но поменьше. В свою очередь диск крепится ко дну стакана тремя штифтами 5, разнесенными друг от друга на 120°. В дне стакана и в диске есть отверстие под шарик от подшипника 1, являющийся кнопкой пульта. Отверстие сделано таким, чтобы шарик в него не проваливался, но слегка выступал наружу из дна стакана. Внутри стакана закреплен упор 11, ограничивающий ход шарика. В упоре есть наклонное отверстие, в которое вставлен штифт 2, механически связывающий шарик с контактами 9. Штифт должен быть изолирован от контактов или быть неметаллическим. Светодиодные индикаторы 6 прижимаются к диску 4 резиновым бруском 7. Сзади на стакан навинчивается крышка с отверстием под провода от контактов и индикаторов. Крышка одновременно служит гайкой для крепления пульта в двери. Габаритные размеры пульта не указаны, так как они в основном определяются размерами индикаторов.

Электронная часть замка собрана на универсальной печатной плате, соединения выполнены монтажным проводом марки МШВ-0,07 или аналогичным. Возможен и любой другой способ монтажа.

В качестве источника питания используется батарея из 6—9 элементов А373, которой хватает на год непрерывной работы. Использовать сетевой источник питания не следует.

Благодаря компактности, некритичности к источнику питания, механической прочности пульта и высокой надежности замок можно применять для охраны практически любого помещения — квартиры, дачи и даже автомашины, если установить его вместо замка зажигания. В последнем случае схему надо несколько доработать: убрать конденсатор С4, поставив вместо него кнопку с нормально разомкнутыми контактами между резистором R5 и точкой А схемы. Эта кнопка предотвратит выключение зажигания в момент гашения индикации и одновременно будет служить выключателем зажигания. А схема сигнализации о попытках подбора кода станет неплохим автосторожем, особенно если третий, неиспользуемый вход элемента DD16.1 подключить к кнопке освещения салона в двери машины. Тогда сигнал тревоги появится через 40 с после открывания двери, если за это время зажигание не будет включено, и будет повторяться каждый раз при попытках подобрать код.

Все налаживание замка при правильном монтаже сводится к его кодировке и установке приемлемых временных задержек, если те задержки, которые обеспечиваются указанными номиналами деталей, неприемлемы. Однако следует помнить, что чем меньше длительность индикации и выше частота изменения показаний индикатора, тем быстрее можно открыть замок. Кроме того, увеличивается срок службы источника питания и затрудняются попытки подобрать код.

Кодировка осуществляется однократно в процессе монтажа, какие-либо разъемы или переключатели для этой цели не предусмотрены из-за невозможности подобрать код.

Из каждой пары свободных входов элементов DD9 и DD10 один подсоединяется к одному из выходов счетчика DD4 (десятки), а второй — к одному из выходов счетчика DD6 (единицы). В результате синтезируется двузначное число. При этом число, синтезированное элементом DD9.1, будет первым числом кода и с него надо будет начинать ввод кода с пульта. Число, синтезированное элементом DD10.3, будет последним числом кода. При необходимости (если все-таки она возникнет) изменить код следует перепаять входы элементов DD9 и DD10 к другим выходам счетчиков DD4 и DD6.

АВТОМАТ СВЕТОВЫХ ЭФФЕКТОВ

О. Пристайко, Ю. Поздняков

Автоматы для создания световых эффектов получили в последнее время широкое распространение при оформлении молодежных кафе, дискотек, культурно-зрелищных учреждений. Такие автоматы часто используются для рекламных целей, а также для «оживления» действующих макетов и информационных стендов. Многочисленные описанные в литературе автоматы световых эффектов [1—6] позволяют получить периодически повторяющиеся светодинамические композиции посредством переключения разнесенных в пространстве источников света по определенной программе, которая обычно жестко задана постоянными связями между отдельными элементами устройств.

Вниманию читателей предлагается мультипрограммный автомат световых эффектов, дающий возможность при сравнительно простых схемотехнических решениях реализовать более 20 различных программ переключения шести независимых источников света — ламп накаливания. Общее количество подключенных к автомату световых эффектов ламп накаливания может быть многократно увеличено посредством группировки ламп за счет параллельного или последовательного включения, при этом не требуется вносить какие-либо изменения в схему и конструкцию устройства. В устройство заложена возможность автоматического перебора реализуемых программ переключения ламп накаливания, благодаря чему упрощается обслуживание автомата. Навыки управления автоматом вырабатываются даже у неподготовленного оператора очень быстро, что позволяет освоить устройство в сжатые сроки лицам, не имеющим опыта работы с подобными автоматами.

В основу устройства положена схема автомата «бегущие огни», описанная в [5]. Некоторое усложнение схемы позволило дополнительно получить более интересные световые эффекты и увеличить количество возможных светодинамических комбинаций более чем в два

раза по сравнению с исходным вариантом. Принципиальная схема устройства показана на рис. 1 и 2.

Схема содержит: тактовый генератор, логический элемент ЗАПРЕТ, регистр сдвига, вспомогательный генератор, логический элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, группу логических элементов ЗАПРЕТ, группу логических элементов И, элемент, обеспечивающий изменение направления бегущего огня, силовую часть со схемой управления и блок питания.

Тактовый генератор с регулируемой частотой импульсов собран на логических элементах И DD1.1 и DD1.2 по схеме несимметричного мультивибратора, в одно из плеч которого включен транзистор VT1 для увеличения длительности формируемых импульсов. Частота следования импульсов тактового генератора, определяющая динамические характеристики получаемых при помощи устройства светодинамических композиций, плавно регулируется переменным резистором R9. Это дает возможность изменять скорость светодинамических композиций.

С выхода задающего генератора импульсы через логический элемент ЗАПРЕТ DD1.4 поступают на регистр сдвига, собранный на шести D-триггерах DD3.1, DD3.2, DD4.1, DD4.2, DD5.1, DD5.2. Необходимым условием работы регистра сдвига, замкнутого в кольцо, и получения при этом светового эффекта «бегущие огни» является установка первого триггера (DD3.1) в единичное, а последнего (DD5.2) — в нулевое состояние. Реализация этого предварительного условия достигается замыканием кнопки S3; при этом формируется импульс за счет зарядки конденсатора C3 через резистор R11. Сформированный таким образом импульс устанавливает первый триггер DD3.1 в единичное состояние по входу, а триггеры DD3.2—DD5.2 — в нулевое состояние по входу R.

Не отпуская кнопки S3, нажатием кнопок S4—S7 можно произвольно сформировать до двенадцати не повторяющихся в процессе сдвига комбинаций. Под воздействием каждого импульса, поступающего с тактового генератора, происходит сдвиг данных в кольцевом регистре сдвига. При этом переключатель S8 должен быть установлен в положение «Сдвиг» (регистр сдвига замкнут в кольцо), а переключатели S1 и S2 должны быть в положении «Работа», что обеспечит последовательное перемещение «бегущих огней» по лампам нагрузки.

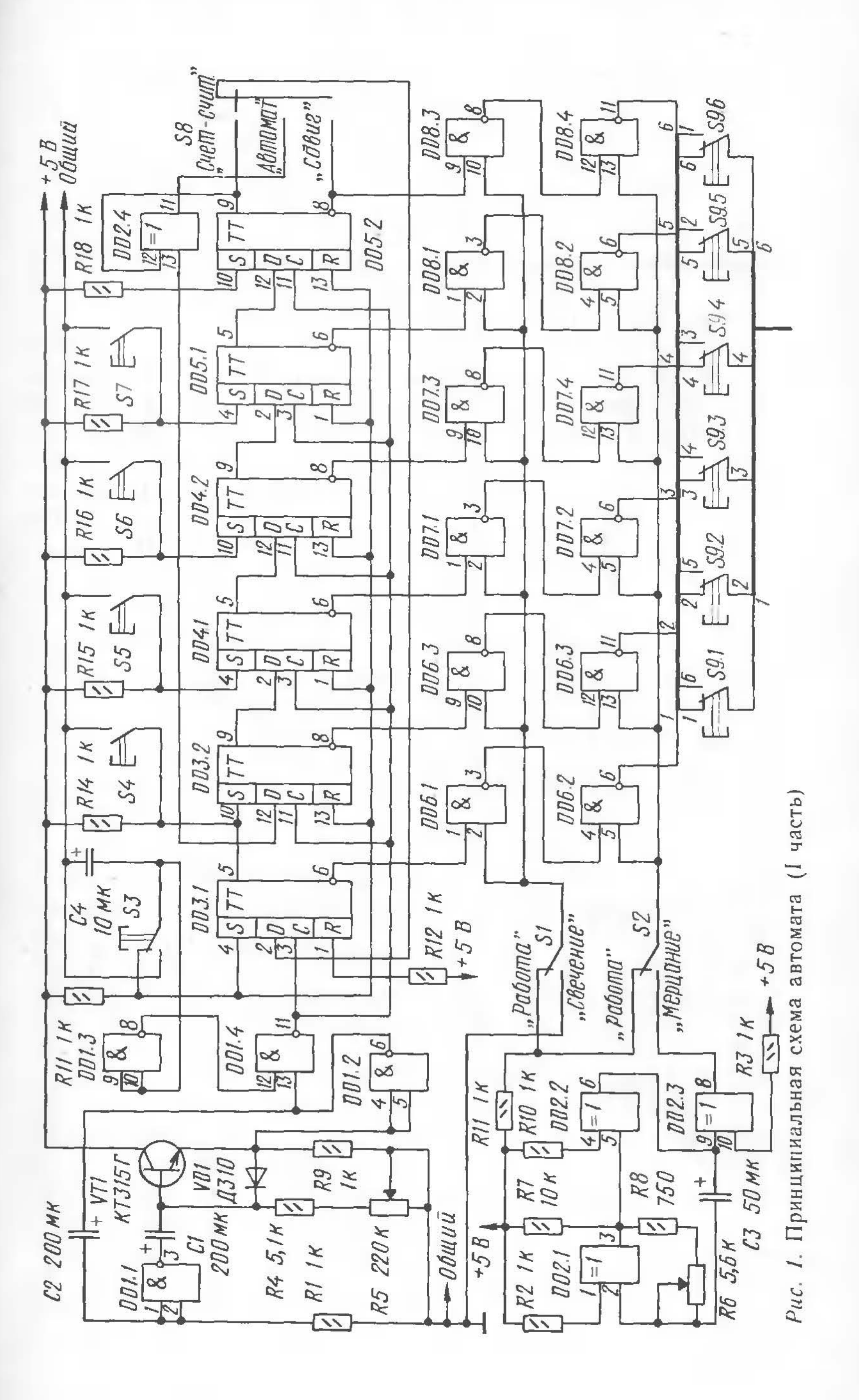


Рис. 1. Принципиальная схема автомата (I часть)

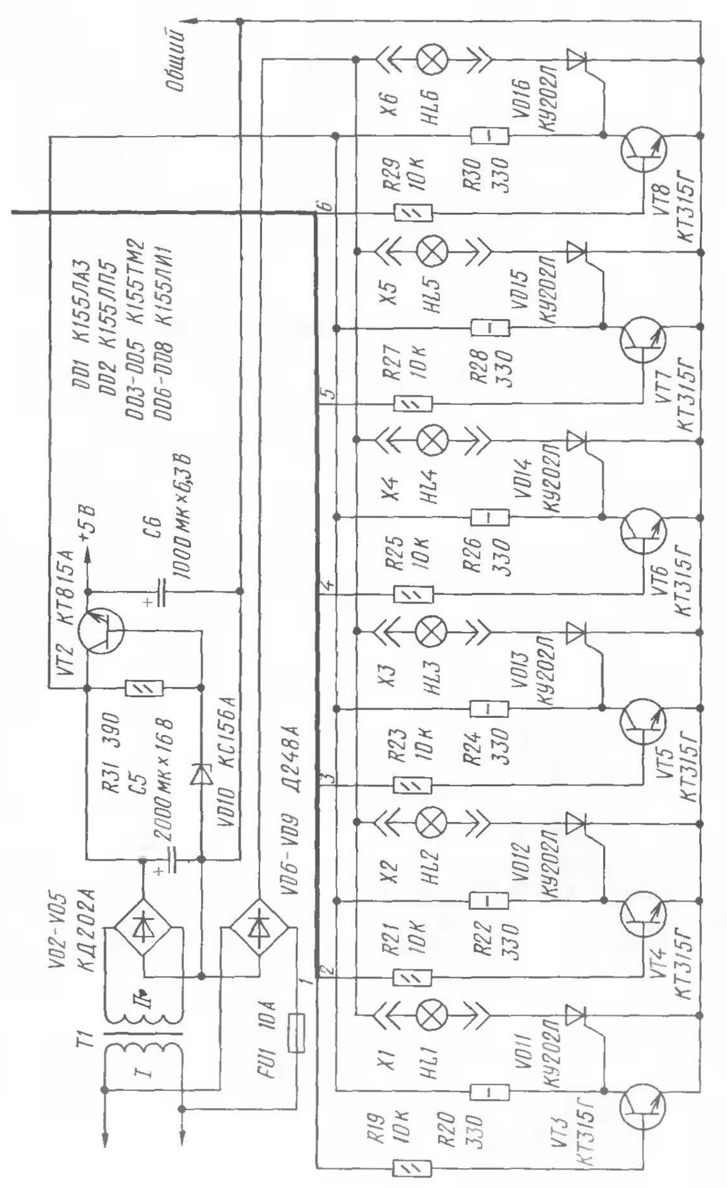


Рис. 2. Принципиальная схема автомата (II часть)

В положении «Счет — Считывание» переключателя S8 триггеры регистра сдвига под воздействием импульсов, поступающих с тактового генератора, последовательно устанавливаются в единичное состояние. Это вызывает последовательное зажигание ламп нагрузки. После того как все триггеры регистра сдвига установились в единичное состояние, происходит последовательный сброс всех триггеров в нулевое состояние, что вызывает, соответственно, последовательное гашение ламп нагрузки.

Переключатель S9 предназначен для установки режима «Реверс». Переключающие контакты переключателя S9 коммутируют цепи силовой части таким образом, что направление «бегущего огня» изменяется на противоположное.

Группа элементов ЗАПРЕТ (DD6.1, DD6.3, DD7.1, DD7.3, DD8.1, DD8.3) совместно с переключателем S1 обеспечивает одновременное зажигание всех ламп нагрузки. В положении S1 — «Свечение» напряжение логического 0, подаваемое на вторые входы элементов ЗАПРЕТ, препятствует прохождению импульсов с выходов регистра сдвига на силовую часть устройства. Этот режим работы устройства предназначен прежде всего для поиска перегоревших ламп нагрузки, однако может использоваться и для иллюминации.

Вспомогательный генератор (DD2.1, DD2.3), группа элементов И (DD6.2, DD6.4, DD7.2, DD7.4, DD8.2, DD8.4) и переключатели S1, S2 предназначены для реализации двух режимов мерцания: «Мерцание 1» — поочередное зажигание и гашение ламп нагрузки с регулируемой частотой (переключатель S2 в положении «Мерцание», а переключатель S1 — в положении «Свечение») и «Мерцание 2» — зажигание и гашение ламп нагрузки в рабочем режиме, т. е. в режимах «Счет» и «Сдвиг» в сопровождении «Мерцания» с регулируемой частотой (переключатель S2 в том же положении, а переключатель S1 — в положении «Работа»). Вспомогательный генератор собран на элементах DD2.1, DD2.2, включенных по схеме инверторов, и элементе DD2.3, включенном по схеме повторителя. Резистор R6 позволяет в широких пределах изменять частоту повторения, т. е. изменять частоту мерцания ламп нагрузки. Если же переключатели S1 и S2 находятся в положении «Работа»,

то элементы группы ЗАПРЕТ и группы И не влияют на работу устройства, работая как повторители.

Использование логического элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ (элемент DD1.4) позволило в некоторой степени автоматизировать работу устройства. В положении переключателя S8 «Автомат» происходит разрыв кольца регистра сдвига. Логический элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ производит суммирование сигналов по модулю два, поступающих с прямых выходов первого (DD3.1) и шестого (DD5.2) триггеров регистра сдвига. Результат суммирования через переключатель S8 поступает на информационный вход первого триггера (DD3.1). Это дает возможность реализовать, начиная от произвольной начальной установки, достаточно большое количество различных комбинаций, определяемое по формуле

$$N = 2^{k} - 1,$$

где к — количество триггеров в регистре сдвига. При наличии шести триггеров в описанном устройстве общее количество комбинаций достигает 63. Несмотря на кажущуюся сложность процессов выбора режима и управления автоматом световых эффектов, устойчивые навыки по его обслуживанию, позволяющие уверенно использовать функциональные возможности устройства в полной мере, вырабатываются у неподготовленного оператора в течение одного-двух часов работы. Многообразие возможных комбинаций и режимов описанного автомата световых эффектов обеспечивают широкий набор различных светодинамических композиций и специальных эффектов, благодаря чему даже при продолжительной работе устройства у наблюдателя не создается впечатления однообразия и повторяемости световых эффектов.

Силовая часть устройства выполнена на тиристорах VD11, VD12, VD13, VD14, VD15, VD16, в анодные цепи которых через разъемы X1—X16 включены лампы нагрузки HL1—HL6 (или группы ламп). Управление тиристорами VD11—VD16 осуществляется при помощи транзисторов VT3—VT8, работающих в ключевом режиме.

Блок питания состоит из трансформатора T, понижающего напряжение сети, двухполупериодного выпрямителя, собранного на диодах VD2—VD5 по мостовой схеме, стабилизатора напряжения, выполненного на транзисторе VT2, стабилитроне VD10 и резисторе R31, а также сильноточного двухполупериодного выпрямителя на диодах VD6—VD9. Напряжение +5 В с выхода стабилизатора используется для питания микросхем. Диоды VD6—VD9 обеспечивают выпрямленное напряжение для питания ламп нагрузки.

В устройстве можно использовать постоянные резисторы типа МЛТ, ОМЛТ, УЛМ с номинальной мощностью рассеивания 0,125; 0,25; 0,5 В (кроме резисторов R20, R22, R24, R26, R28, R30 в коллекторных цепях транзисторов VT3—VT8). Номинальная мощность рассеяния указанных резисторов должна быть не менее 1 Вт, поскольку в некоторых режимах работы устройства на них рассеивается мощность до 700 мВт. Возможные замены диодов: VD1 — на Д311, Д220, Д223, VD2—VD5 — на Д202 с любым буквенным индексом, VD6—VD9 — на Д246, Д247.

Транзисторы КТ315Г можно заменить на транзисторы серий КТ315, КТ312, а КТ815 — на КТ817 с любым буквенным индексом. В устройстве могут быть использованы тиристоры типов КУ202К, КУ202Н, КУ202М и микросхемы серии К133. В качестве коммутирующих элементов применяются переключатели типа П2К с соответствующим количеством контактных групп. Кнопки могут быть любого типа, например те же переключатели П2К без фиксации, или широко распространенные кнопки КМ, КМД. Трансформатор Т-Уа2.940.003-02 на магнитопроводе ШЛМ 25×25 из имеющегося в продаже набора «Сделай сам трансформатор». Вторичная обмотка трансформатора выполнена проводом ПЭВ-2 диаметром 0,8 мм и содержит 50 витков. Трансформатор Т должен обеспечивать напряжение 8...9 В при токе нагрузки до 1 А. Увеличивать напряжение на вторичной обмотке не рекомендуется вследствие увеличения мощности, рассеиваемой на транзисторе VT2 блока питания. Площадь радиатора, на котором устанавливается транзистор VT2, должна составлять около 100 см².

Монтаж схемы можно производить либо на макетной плате с использованием проводного монтажа, либо на специально изготовленной печатной плате. При отсутствии ошибок в монтаже автомат налаживания не требует.

Интересные эффекты можно получить при использовании описанного устройства в сочетании с цветомузыкальными установками, например [7, 8], при условии, что цветомузыкальная установка имеет не менее четырех независимых каналов. Сочетание описанного автомата световых эффектов с цветомузыкальной установкой (при работе на одну и ту же нагрузку в разные периоды времени) позволяет получить разнообразные аудиовизуальные программы высокой сложности и насыщенности. В частности, в паузах между исполнением музыкальных произведений целесообразно переключать источники света на выход автомата световых эффектов, а с началом исполнения музыкального произведения — переключать нагрузку на выход цветомузыкальной установки. Это позволяет получить большое разнообразие светодинамических композиций. Не исключается также возможность кратковременного переключения источников света на выход автомата световых эффектов и во время исполнения музыкального произведения. Это выглядит особенно эффектно при одновременной подсветке зала стробоскопической лампой, частота включения которой близка к частоте мерцания ламп автомата световых эффектов.

Литература

1. Казлаускас Р. Автомат световых эффектов.— Радио, 1982, № 11, с. 55.
2. Карапетьянц К. «Бегущие огни» из четырех гирлянд.— Радио, 1983, № 11, с. 53—54.
3. Литке Э. Переключатель елочных гирлянд.— В помощь радиолюбителю, вып. 85, с. 65—69.
4. Овчинников А. Переключатель светодиодных гирлянд.— Радио, 1985, № 11, с. 53—54.
5. Сигорский Г. Автомат световых эффектов.— В помощь радиолюбителю, вып. 66, с. 59—63.
6. Золотарев А., Мельник В., Поздняков Ю. Многофункциональный автомат световых эффектов.— В помощь радиолюбителю, вып. 95, с. 52.
7. Поздняков Ю. Объемная цветомузыкальная установка.— В помощь радиолюбителю, вып. 67, с. 67.
8. Виноградов И. Автоматическое светомузыкальное устройство.— В помощь радиолюбителю, вып. 77, с. 66.

ТОЧНЫЙ ФОТОДАТЧИК

О. Онищенко

Трудно указать те области техники, где бы не применялись различные типы бесконтактных фотодатчиков. Это автостопы, датчики-индикаторы, сигнализаторы, измерители технологических параметров, счетчики импульсов и др.

Как показывает практика, использование фотодатчиков в качестве датчиков положения движущихся объектов накладывает повышенные требования к точности датчика. Например, точность датчика исходного положения — «нуля» координат — механизма подачи станка с программным управлением существенно влияет на качество обработки детали.

Исследования различных схемотехнических решений фотодатчиков показали, что наибольшее влияние на точность фотодатчиков оказывает локальный прогрев светочувствительного элемента — фотодиода и усилительных элементов схемы — транзисторов, микросхем. Не менее важную роль играет и конструктивное исполнение датчика. Как правило, высокоточные фотодатчики предполагают термостатирование электронной части датчика и принудительное охлаждение фотодиода.

Предлагаемый вниманию читателей фотодатчик предназначен для точного определения исходного или любого другого фиксированного положения движущегося объекта. Заданная точка позиционирования регистрируется фотодатчиком с максимальной погрешностью 0,01 мм. Этого удалось достигнуть за счет значительного уменьшения потребляемого тока фотодатчика (а следовательно, и его прогрева) по сравнению с известными схемами [1, 2]. Простота схемной реализации и высокая надежность датчика позволяют рекомендовать его к использованию во всех вышеназванных устройствах.

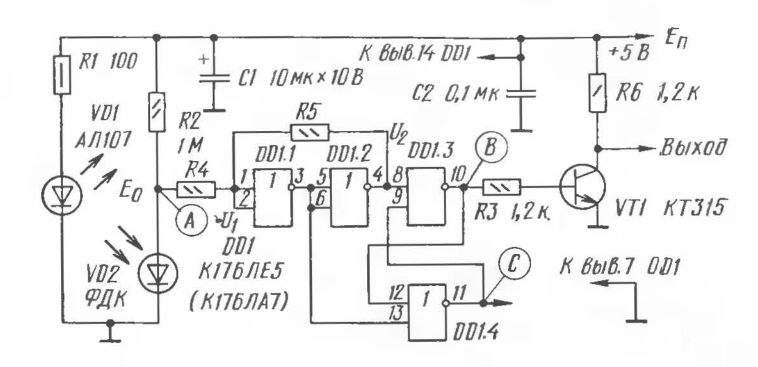


Рис. 1. Принципиальная схема фотодатчика

Основными элементами датчика являются фотодиод VD2 и логический элемент DD1.1 (рис. 1). Если шторка, механически связанная с подвижным объектом, не перекрывает излучение светодиода VD1, то фотодиод VD2 находится в фотогенераторном режиме. При этом он вырабатывает на своих выводах отрицательную ЭДС около — (0,2...0,4) В. И поскольку резистор R2 имеет большое сопротивление (1 МОм), то напряжение на выходе 3 инвертора DD1.1 соответствует высокому логическому уровню. При затемнении фотодиода VD2 шторкой выход элемента DD1.1 переходит в состояние логического 0. Это происходит за счет того, что темновое сопротивление фотодиода VD2 очень велико ($\approx$10 МОм).

Использование в качестве усилительного органа микросхемы КМОП структуры позволило довести потребляемый ток фотодатчика (естественно, без токов нагрузки и светодиода) до наноамперного уровня. Вследствие этого флуктуационные явления в кристаллах фотодиода и микросхемы, вызываемые внутренним прогревом, минимальны. Этим и объясняется высокая точность срабатывания фотодатчика.

Элементы DD1.3 и DD1.4 образуют RS-триггер, позволяющий зафиксировать точку позиционирования датчиком при «дрожании» шторки, перекрывающей световой поток. Элемент DD1.2 выполняет функцию инвертирования сигналов, подаваемых на входы триггера. Выходным элементом датчика является транзистор VT1,

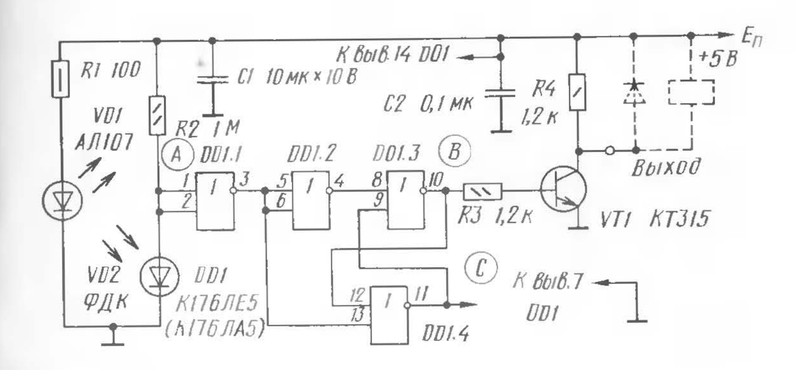


Рис. 2. Схема помехоустойчивого фотодатчика

к коллектору которого подключаются нагрузки (например, показанные пунктиром реле с защитным диодом).

Для повышения помехоустойчивости и четкости срабатывания датчика на очень низких скоростях перемещения шторки (до 5 мм/мин), а также в условиях повышенных ее вибраций, можно использовать датчик по схеме, изображенной на рис. 2. В эту схему введен триггер Шмитта (DD1.1, DD1.2), гистерезисную петлю которого можно настроить с помощью резисторов R4, R5.

Рассмотрим работу датчика по схеме рис. 2, в цикле подхода и ухода шторки, подвергнутой вибрациям, к заданной точке позиционирования. При этом форма сигнала в точке А может меняться по кривой, приведенной на рис. 3, в.

В момент времени t_1 (точка 1) триггер Шмитта переключится в состояние высокого логического уровня. Несмотря на то, что сигнал в точке А в последующие моменты времени может стать несколько ниже первоначального уровня срабатывания (например, точка 3), триггер Шмитта, благодаря наличию гистерезисной петли (рис. 3, а), не вернется в исходное положение. Возврат в «нулевое» состояние произойдет лишь тогда, когда сигнал в точке А достигнет определенного уровня, так называемой точки отключения (точка 2).

Выходной сигнал датчика иллюстрируется графиком, приведенным на рис. 3, б.

Требуемую ширину петли гистерезиса можно рассчитать по следующему выражению:

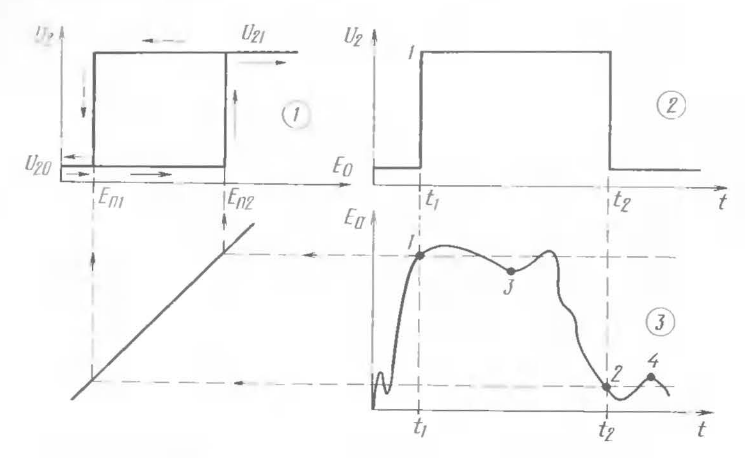


Рис. 3. Графики работы помехоустойчивого фотодатчика: 1 — гистерезисная петля триггера; 2 — сигнал на выходе датчика; 3 — входной сигнал

$$\Delta E = E_{п2} - E_{п1} = (U_2^1 - U_2^0)\cdot R4/R5, \qquad (1)$$

где $E_{п2}$ — пороговое напряжение срабатывания триггера Шмитта;

$E_{п1}$ — пороговое напряжение отключения триггера Шмитта;

U_2^1, U_2^0 — выходные напряжения логической 1 и логического 0 микросхемы DD1 соответственно.

Для микросхем серии 176 напряжение U_2^0 можно принять равным нулю. Напряжение U_2^1 зависит от напряжения источника питания. Так, для $U_{ип} = 5$ В, $U_2^1 = 3{,}6$ В.

Согласно (1) сопротивления резисторов R4 и R5 для ширины петли гистерезиса $\Delta E = 1{,}0$ В определяются из соотношения

$$\frac{R4}{R5} = \frac{\Delta E}{U_2^1 - U_2^0} = \frac{1}{3{,}6}.$$

Учитывая, что R2 = 1 МОм, следует принять R4 = 100 кОм, R5 = 360 кОм.

При требовании изменения полярности выходного сигнала датчика, в зависимости от алгоритма его работы, необходимо переключить резистор R3 от точки B в точку C RS-триггера.

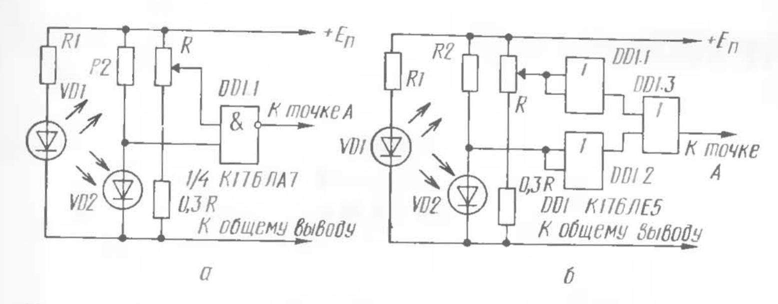


Рис. 4. Схемы регулирования точки срабатывания фотодатчика: а — на элементе И—НЕ; б — на элементах ИЛИ—НЕ

Если возникла необходимость подстройки точки срабатывания датчика в пределах нескольких микрометров, то входной узел датчика можно выполнить по одной из схем рис. 4. Регулировочным элементом здесь является переменный резистор R.

Если фотодиод VD2 размещен на расстоянии более 0,5 м от электронной схемы датчика, то связи схемы и фотодиода необходимо выполнять экранированным проводом. Повышению помехоустойчивости датчика в этом случае будет также способствовать и применение RC-фильтра в сигнальной цепи, который подбирается экспериментально.

Повысить точность срабатывания датчика можно за счет уменьшения площади светочувствительной области фотодиода VD2. Для этого его накрывают металлическим колпачком с отверстием 0,5...1,0 мм².

Вместо микросхем серии К176 можно использовать микросхемы серии К564 или К561.

Описанный датчик сохраняет работоспособность при изменениях напряжения питания от 4 до 9 В. В отдельных случаях необходим лишь подбор резистора R1, определяющего ток светодиода VD1.

Литература

1. Марголин Ш. М. Точная остановка электроприводов.— М.: Энергоатомиздат, 1984, 104 с., ил.
2. Юрик В., Ривкин А. Электронный счетчик расхода магнитной ленты.— ВРЛ, № 67.
3. Горошков Б. И. Радиоэлектронные устройства: Справочник.— М.: Радио и связь, 1984, 400 с., ил.

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

ГЕНЕРАТОР СИГНАЛА ПАЛ «РАДУГА»

А. Крючков

Наша промышленность выпускает отечественный видеомагнитофон «Электроника ВМ-12», который позволяет проигрывать видеокассеты, как в системе PAL, так и системе SECAM. Чтобы изображение в цветном телевизионном приемнике было цветным, в нем должен быть установлен декодер сигналов на системы PAL/SECAM. Для проверки работы и настройки декодера телевизионного приемника в системе SECAM радиолюбителями были разработаны и опубликованы в печати специальные генераторы, вырабатывающие телевизионный сигнал цветного изображения в системе SECAM. Кроме того, настроить телевизионный приемник в системе SECAM можно и по цветной испытательной таблице, передаваемой телецентрами.

Из-за отсутствия необходимых генераторов проверку и настройку телевизионных приемников для приема телевизионного сигнала в системе PAL осуществить невозможно. В этой статье дано описание структурной схемы, принципиальной схемы, конструкции и настройки простого прибора, который выдает черно-белый сигнал «Сетчатое поле» и цветной телевизионный сигнал «Радуга» в системе PAL. Информация о цвете в сигнале PAL передается с помощью квадратурной модуляции по фазе цветовой поднесущей.

Принцип работы генератора сигнала «Радуга» состоит в следующем. Если к цветному телевизионному приемнику с частотой генератора поднесущей $f_{\text{г}} = 4{,}433619$ МГц подвести сигнал с частотой $f_{\text{г}} - f_{\text{с}} = 4{,}417994$ МГц или сигнал с частотой $f_{\text{г}} + f_{\text{с}} = 4{,}449244$ МГц, где $f_{\text{с}}$ — частота строк, равная 15 625 Гц, то в течение каждой строки между обеими частотами будет получаться разница по фазе в 360°.

В начале каждой телевизионной строки генератор поднесущей в телевизионном приемнике синхронизируется линией спектра сигналов $f_{\text{г}} - f_{\text{с}}$ или $f_{\text{г}} + f_{\text{с}}$ и между обоими колебаниями имеется совпадение фаз.

В течение одной строки сдвиг фаз между указанными сигналами изменяется от 0 до 360°. Таким образом, в векторной диаграмме сигналы $f_{\text{г}} - f_{\text{с}}$ и $f_{\text{г}} + f_{\text{с}}$ совершают относительно частоты поднесущей один поворот по фазе за период строчной развертки по часовой стрелке. На рис. 1 приведена диаграмма расположения основных цветов в зависимости от сдвига фаз между сигналами «Радуга» и сигналами генератора поднесущей в телевизионном приемнике.

Функциональная схема генератора цветного сигнала «Радуга» показана на рис. 2.

В приборе имеются два генератора с кварцевой стабилизацией. Один генератор настроен на частоту $f_{\text{г1}} = 4{,}417994$ МГц, другой — на частоту $f_{\text{г2}} = 4{,}449244$ МГц.

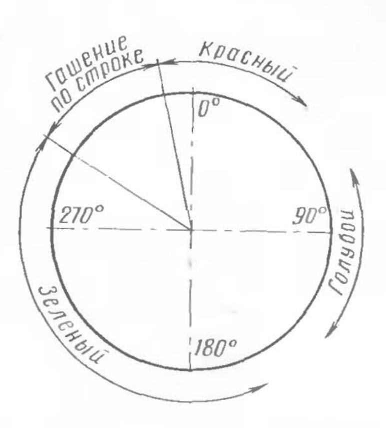


Рис. 1. Диаграмма расположения основных цветов в генераторе «Радуга» в зависимости от разности фаз

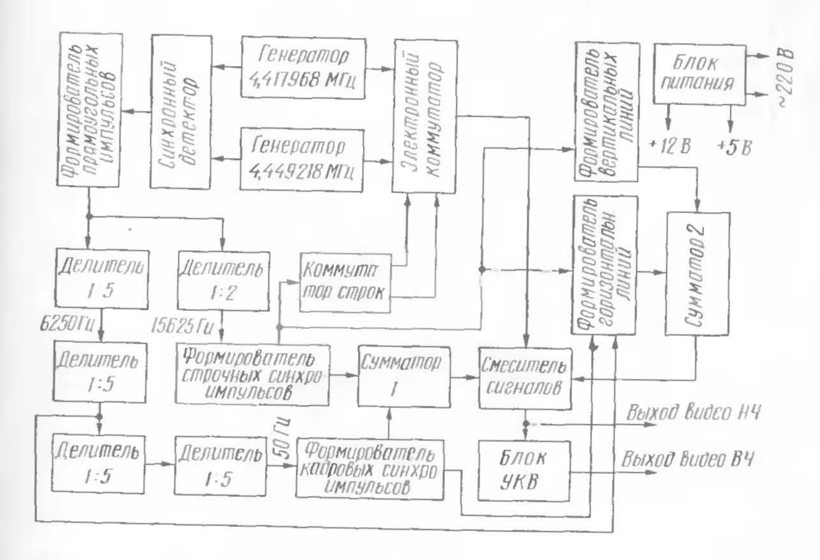
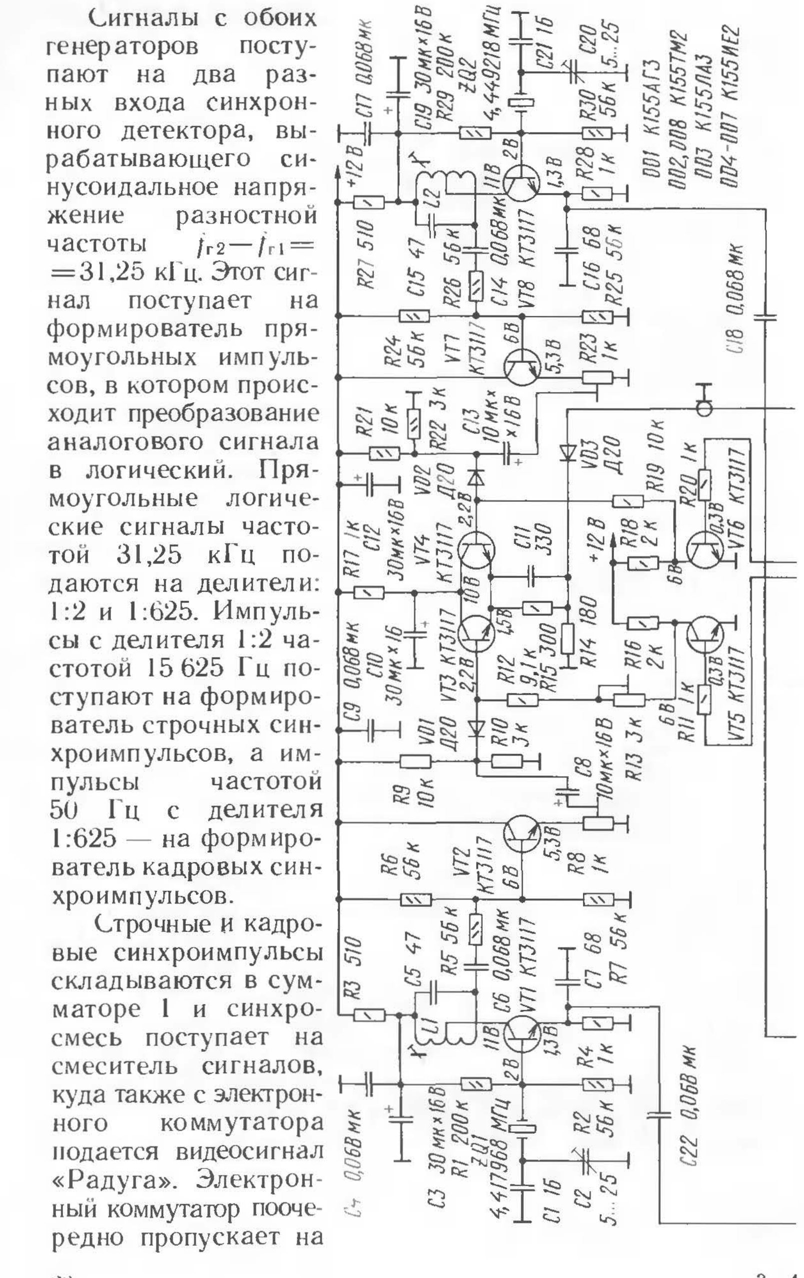


Рис. 2. Функциональная схема генератора сигнала «Радуга»

Сигналы с обоих генераторов поступают на два разных входа синхронного детектора, вырабатывающего синусоидальное напряжение разностной частоты $f_{г2}-f_{г1}=$ $=31{,}25$ кГц. Этот сигнал поступает на формирователь прямоугольных импульсов, в котором происходит преобразование аналогового сигнала в логический. Прямоугольные логические сигналы частотой 31,25 кГц подаются на делители: 1:2 и 1:625. Импульсы с делителя 1:2 частотой 15 625 Гц поступают на формирователь строчных синхроимпульсов, а импульсы частотой 50 Гц с делителя 1:625 — на формирователь кадровых синхроимпульсов.

Строчные и кадровые синхроимпульсы складываются в сумматоре 1 и синхросмесь поступает на смеситель сигналов, куда также с электронного коммутатора подается видеосигнал «Радуга». Электронный коммутатор поочередно пропускает на



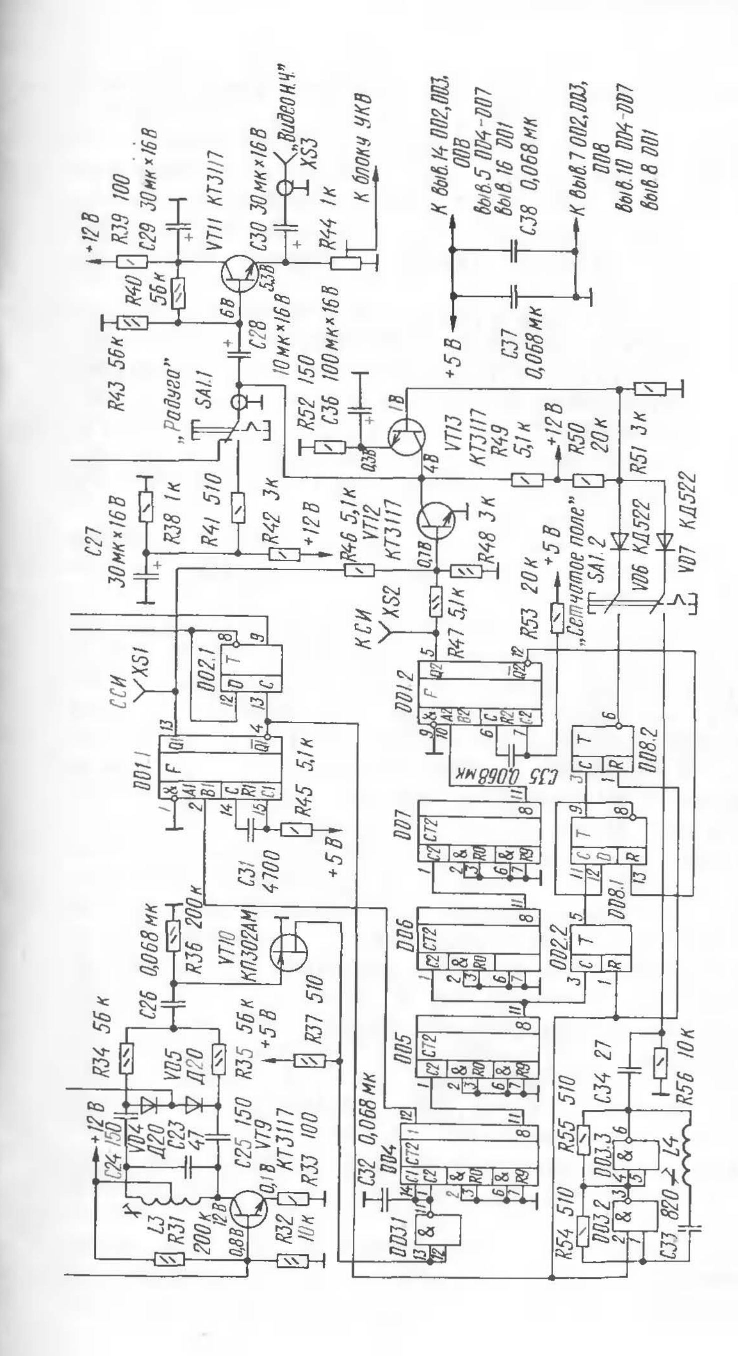


Рис. 3. Схема генераторов колебаний фиксированных частот

смеситель сигналы генераторов соответственно частотой 4,417994 или 4,449244 МГц. Коммутация сигналов осуществляется коммутатором строк, который запускается строчными синхроимпульсами. Смешанный видеосигнал размахом около 1 В, полученный в смесителе, подается либо на выход прибора — гнездо «Выход видео НЧ», либо на блок УКВ и далее на гнездо «Выход видео ВЧ».

При работе прибора в режиме «Сетчатое поле» с сумматора 2 на смеситель подается видеосигнал «Сетчатое поле». Сигнал горизонтальных линий вырабатывается в формирователе горизонтальных линий, на который с делителя 1:625 подается сигнал частотой 1250 Гц. Сигнал вертикальных линий вырабатывается в формирователе вертикальных линий, который запускается строчными синхроимпульсами.

Питание всех схем прибора осуществляется от блока питания, который вырабатывает постоянные напряжения 5 и 12 В.

Генератор 4,417994 МГц (принципиальная схема показана на рис. 3) состоит из автогенератора и согласующего каскада. Автогенератор выполнен на транзисторе VT1 по схеме «емкостной трехточки» с кварцевой стабилизацией генерирования частоты. Точная настройка частоты автогенератора осуществляется включением последовательно с кварцем двух конденсаторов C1, C2. Кроме того, незначительное изменение частоты автогенератора можно осуществлять изменением индуктивности катушки L1. Контур, образованный индуктивностью L1 и конденсатором C5, настраивается на частоту кварцевого автогенератора $f_{r1} = 4{,}417994$ МГц. Синусоидальное напряжение, снимаемое с автогенератора через конденсатор C6 и резистор R5 подается на согласующий каскад, выполненный по схеме эмиттерного повторителя на транзисторе VT2. Нагрузкой транзистора VT2 является переменный резистор R8, напряжение с которого поступает на электронный коммутатор.

Схема генератора 4,449244 МГц аналогична генератору 4,417994 МГц и выполнена на транзисторах VT7, VT8.

Электронный коммутатор выполнен на транзисторах VT3, VT4 и на диодах VD1, VD2 и предназначен для поочередного подключения к смесителю через интервал, равный телевизионной строке напряжений обоих генераторов.

Переключение коммутатора осуществляется за счет поочередного запирания отрицательными прямоугольными импульсами диода VD1, транзистора VT3 или диода VD2, транзистора VT4. Нагрузкой электронного коммутатора является резистор R14, напряжение с которого подается через диод VD3 на смеситель.

Величина синусоидального напряжения каждого генератора после электронного коммутатора регулируется при помощи переменных резисторов R8 и R23. Для симметрии обоих плеч электронного коммутатора коммутирующее напряжение регулируется переменным резистором R13. Диоды VD1 и VD2 должны быть с минимальной проходной емкостью, чтобы уменьшить уровень помех от взаимного влияния обоих генераторов электронного коммутатора.

Синхронный детектор служит для выделения синусоидального сигнала частотой 31,25 кГц, получаемого за счет биений напряжений обоих автогенераторов. Он выполнен на диодах VD4, VD5 и резисторах R34, R35. На один вход синхронного детектора подается через конденсаторы C24, C25 напряжение частотой 4,417994 МГц, снимаемое с резонансного усилителя, выполненного на транзисторе VT9. Нагрузкой резонансного каскада является контур, образованный катушкой индуктивности L3 и конденсатором C23. На другой вход синхронного детектора подается напряжение с автогенератора частотой 4,449244 МГц, снимаемое с эмиттера транзистора VT8. Напряжение биений, выделяемое на нагрузке R36, подается на ограничитель, выполненный на транзисторе VT10. Прямоугольные сигналы частотой 31,25 кГц, выделенные на нагрузке R37 и ограниченные дополнительно микросхемой DD3.1, подаются на делители сигналов по частоте 1:2, 1:5, выполненные на микросхеме DD4. Прямоугольные сигналы частотой 15 625 Гц, снимаемые с микросхемы DD4 (вывод 12), поступают на формирователь строчных синхроимпульсов, выполненный на микросхеме DD1.1. Длительность строчного синхроимпульса определяется постоянной времени цепочки C31R45. Положительные строчные синхроимпульсы через резистор R46 подаются на смеситель сигналов (транзистор VT12), а отрицательные — на коммутатор строк DD2.1 (вывод 13), формирователи горизонталь-

ных и вертикальных линий DD3.2 (вывод 2), DD2.2 (вывод 1), DD8.2 (вывод 1). Делитель на 625 выполнен на микросхемах DD4—DD7. Прямоугольные импульсы частотой 50 Гц, снимаемые с микросхемы DD7 (вывод 11), поступают на формирователь кадровых синхроимпульсов, выполненный на микросхеме DD1.2. Длительность кадрового синхроимпульса определяется постоянной времени цепочки C35R53.

Коммутатор строк выполнен на микросхеме DD2.1 — симметричный триггер. Логические прямоугольные сигналы, снимаемые с обоих выходов триггера, усиливаются до 12 В импульсными усилителями, выполненными на транзисторах VT5, VT6, и далее поступают на электронный коммутатор.

Формирователь вертикальных линий выполнен на микросхеме DD3.2, DD3.3 и представляет собой старт-стопный генератор. Запуск этого генератора осуществляется отрицательными строчными импульсами. Количество импульсов генератора в течение строки определяется контуром C33L4 и регулируется индуктивностью катушки L4. При формате передаваемого изображения 3:4 количество вертикальных линий должно быть 33. Для того чтобы вертикальные линии отображались на экране телевизионного приемника узкими, импульсы, снимаемые с формирователя вертикальных линий, подаются на смеситель через дифференцирующую цепочку C34R56.

Формирователь горизонтальных линий выполнен на микросхемах DD2.2 и DD8. На вход формирователя подаются импульсы частотой 1250 Гц. Длительность горизонтальной линии определяется временем от момента включения триггера DD2.2 до его сброса строчным синхроимпульсом и приблизительно равна длительности телевизионной строки.

Отрицательные импульсы горизонтальных и вертикальных линий суммируются на резисторе R51. Для исключения взаимного влияния формирователей линий выходы их соединены с резистором R51 через диоды VD6, VD7.

Смеситель сигналов выполнен на транзисторах VT12, VT13. Выделение смеси синхросигналов и видеосигналов в определенном соотношении осуществляется на резисторе R49. Видеосигнал «Сетчатое поле» или «Радуга» через конденсатор C28 поступает на выходной

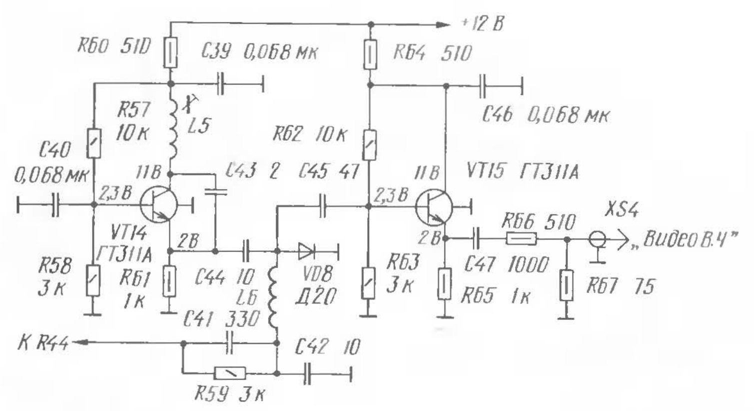


Рис. 4. Схема УКВ-блока

каскад, выполненный по схеме эмиттерного повторителя на транзисторе VT11. С резистора нагрузки R44 видеосигнал поступает на блок УКВ и на выход прибора.

Блок УКВ (рис. 4) представляет собой отдельный узел и состоит из автогенератора, модулятора и выходного каскада. Автогенератор выполнен на транзисторе VT14 по схеме «емкостной трехточки». Частота настройки автогенератора определяется индуктивностью катушки L5 и емкостями конденсаторов C43, C44 и регулируется изменением индуктивности катушки L5.

Высокочастотный сигнал автогенератора снимается с эмиттера транзистора VT14 и через конденсатор C44 подается на модулятор, выполненный на диоде VD8. Модулирующий сигнал «Сетчатое поле» или «Радуга» подается на модулятор через цепочку, состоящую из резистора R59 и конденсатора C41. Чтобы высокочастотное напряжение автогенератора не попадало в другие цепи прибора, в схеме модулятора применен фильтр, который состоит из дросселя L6 и конденсатора C42. Высокочастотный сигнал с модулятора поступает через конденсатор C45 на выходной каскад, который собран по схеме эмиттерного повторителя на транзисторе VT15. Сигнал, выделенный на нагрузке R65 транзистора VT15, поступает через конденсатор C47 и согласующее устройство R66, R67 на выход прибора (гнездо XS4).

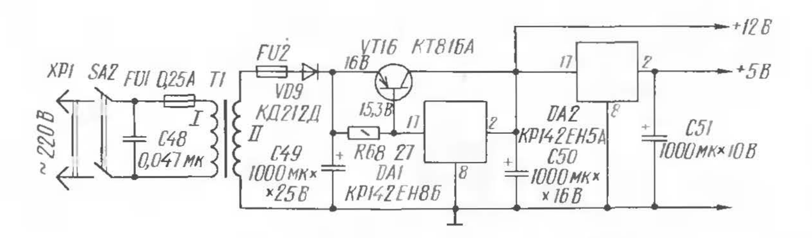


Рис. 5. Схема блока питания

Блок питания, принципиальная схема которого показана на рис. 5, состоит из понижающего трансформатора Т1, однополупериодного выпрямителя VD9, сглаживающего конденсатора С49 и двух стабилизаторов напряжения, соединенных последовательно.

Стабилизатор напряжения +12 В выполнен на микросхеме DA1 и проходном транзисторе VT16. На вход этого стабилизатора должно подаваться постоянное напряжение не менее 14,5 В при минимальном напряжении питающей сети 50 Гц и номинальном токе нагрузки.

Стабилизатор напряжения +5 В выполнен на микросхеме DA2. Для уменьшения пульсаций переменного напряжения частотой 50 Гц в шинах питания +12 и +5 В соответственно установлены конденсаторы большой емкости С50 и С51.

Для защиты выпрямителя и силового трансформатора от коротких замыканий применены два предохранителя FU1 и FU2.

Включение питания прибора осуществляется сдвоенным тумблером SA2.

Для уменьшения помех, поступающих в прибор из питающей сети 50 Гц и обратно, применен фильтрующий конденсатор С48.

Конструкция. Прибор собран на общем металлическом п-образном шасси. Элементы прибора размещены на двух печатных платах, которые установлены горизонтально. Плата блока УКВ, плата генератора, силовой трансформатор и радиатор с проходным транзистором стабилизатора и микросхемой DA2 расположены

сверху на горизонтальной плоскости шасси. На передней панели прибора находятся: четыре высокочастотных разъема (X1—X4) типа СР50-70Ф, переключатель рода работ «Радуга — Сетчатое поле» (SA1) и тумблер включения напряжения питания «Сеть» (А2).

На задней панели шасси размещены предохранители. Силовой трансформатор Т1 намотан на сердечнике ШЛ 20×25. Обмотка 1—2 содержит 1500 витков провода ПЭВ-2 0,27. Обмотка 3—5 содержит 200 витков провода ПЭВ-2 0,68. Все контуры выполнены на каркасах от телевизора «Юность» и настраиваются ферритовыми сердечниками 13В41. Моточные данные катушек контуров приведены в табл. 1.

Таблица 1

Данные катушек контуров

Обозначение элементов	№ выводов	Число витков	Провод	Примечания
L1—L3	1—2 2—3	30 30	ПЭВ-0,15	Наматывается в два слоя виток к витку
L4	1—2	160	ПЭВ-0,1	Наматывается в два слоя виток к витку
L5	1—2	3	ПЭВ-0,31	Бескаркасная — наматывается на оправке ∅ 3 мм
L6	1—2	20	ПЭВ-0,31	Бескаркасная — наматывается на оправке ∅ 3 мм

В конструкции применены постоянные резисторы ОМЛТ, подстроечные резисторы СП3-44, переменный резистор СП3-9. Конденсаторы типа К50-16, К1, КМ, КД, переключатель типа П2К и предохранители ДПБ.

Наиболее ответственными деталями в этом приборе являются кварцевые резонаторы. При отсутствии готовых кварцевых резонаторов с требуемыми значениями частот можно изготовить их самостоятельно, т. е. перестроить с одной частоты на другую.

Кварцевые резонаторы ZQ1 и ZQ2 изготовлены из массовых промышленных резонаторов, близких к частотам, указанным на принципиальной схеме, соответственно кварцевый резонатор ZQ1 — от резонатора частотой

4,406 МГц, а ZQ2 — от резонатора частотой 4,433 МГц. Способ подгонки частоты резонаторов дан ниже.

Перестройка кварцевых резонаторов является трудоемкой операцией и может производиться только в сторону повышения частоты. В настоящее время наша промышленность в основном выпускает кварцевые резонаторы с колебаниями по толщине. Незначительно повысить частоту металлизированного кварца с колебаниями по толщине можно лишь путем частичного снятия серебряного покрытия с его пластины.

Для этого паяльником нагревают корпус резонатора и извлекают из него держатель вместе с кварцевой пластиной. Осторожно отпаивают пластину от держателя и приступают к подстройке частоты кварцевого резонатора.

В любительских условиях металлический слой постепенно стирается чернильной резинкой или зубным порошком, нанесенным на кусок фетра. Время от времени пластина ополаскивается в воде, протирается спиртом, вставляется в кварцедержатель, после чего производится замер частоты, и в случае надобности операция повторяется вновь. При этом следует соблюдать осторожность, так как частота может превысить требуемое значение. С другой стороны, снятие большого количества серебряного покрытия может привести к тому, что в покрытии появятся просветы, кварцевая пластина окажется испорченной и резонатор не будет возбуждаться.

Для точной настройки частоты кварцевого резонатора необходим любой частотомер. Одна из принципиальных схем измерений частоты кварцевого резонатора показана на рис. 6.

На микросхеме К155ЛА3 собирается генератор прямоугольных импульсов, частота которого определяется частотой кварцевого резонатора. Для уменьшения влияния входного сопротивления частотомера на изменение частоты генератора частотомер подключается к генератору через резистор 300 Ом и элемент микросхемы К155ЛА3. Питание микросхемы осуществляется от источника постоянного тока напряжением 5 В.

Так как в принципиальных схемах генератора последовательно с кварцевым резонатором включены подстроечные конденсаторы, то частоты кварцевых резона-

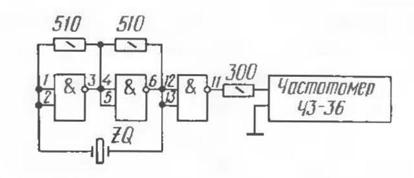


Рис. 6. Схема измерения частоты кварцевого резонатора

торов должны быть немного ниже значений, указанных на принципиальной схеме. После подгонки частоты кварцевые пластины припаиваются к кварцедержателю, устанавливаются в корпуса и их запаивают.

Настройка прибора. Качество настройки и регулировки прибора зависит от технических характеристик измерительной аппаратуры и подключение ее не должно нарушать настраиваемых узлов прибора. Осциллографы, необходимые для визуального наблюдения коротких импульсов, подключаются с применением выносного делителя 1:10, имеющего малую входную емкость. Для того чтобы исключить возможность выхода из строя транзисторов и микросхем в настраиваемом приборе, паяльник и шасси настраиваемого и измерительного приборов следует надежно электрически соединить между собой, например, при помощи оплетки кабеля.

Настройку прибора необходимо производить в следующем порядке:

1. Проверить правильность монтажа.
2. Отрегулировать блок питания.
3. Проверить и подогнать режимы транзисторов и микросхем.
4. Настроить задающие генераторы.
5. Настроить синхронный детектор.
6. Проверить синхрогенератор.
7. Настроить электронный коммутатор.
8. Настроить генератор вертикальных линий.
9. Настроить смеситель сигналов «Сетчатое поле — Радуга».
10. Настроить блок УКВ.
11. Произвести окончательную настройку прибора.

Проверка правильности монтажа необходима для облегчения настройки прибора и ее лучше всего вести по принципиальной схеме. Особое внимание следует уделить проверке качества паек, правильности поста-

новки электролитических конденсаторов и соответствия номиналов деталей.

Настройку блока питания начинают с проверки авометром величин постоянных напряжений на выходах стабилизатора +12 и +5 В, значения которых должны быть соответственно +12±0,3 В и +5±0,15 В. Затем проверяют качество стабилизации выходного напряжения при изменении напряжения питающей сети 50 Гц или при изменении нагрузки. Для этого на выходы стабилизаторов подключают балластные резисторы мощностью 5...20 Вт и примерно равные сопротивлению нагрузок соответственно для стабилизатора +12 В — 6 Ом и стабилизатора +5 В — 3 Ом. Параллельно резисторам подключают вольтметры, а переменное напряжение на блок питания подают через регулируемый автотрансформатор. При изменении напряжения питающей сети на ±10% или при отключении нагрузок напряжения на выходах стабилизаторов не должны изменяться соответственно на ±0,3 В и ±0,2 В. Если стабилизированные напряжения изменяются значительно, то необходимо заменить микросхемы DA1 или DA2. Далее при помощи осциллографа проверяют напряжения пульсаций 100 Гц на выходах блока питания при подключенных нагрузках, величины которых не должны быть более 20 мВ. Затем отключают балластные резисторы, подключают обе платы генератора и проверяют ламповым вольтметром (авометром) величины напряжений на выводах транзисторов и микросхем относительно шасси. Результаты проверки сравниваются с величинами, указанными на принципиальной схеме. Отклонение от указанных режимов не должно превышать ±20%.

Для настройки задающих генераторов необходимы частотомер с пределом измерения частоты не менее 10 МГц, осциллограф с полосой пропускания не менее 10 МГц. Чтобы уменьшить влияние приборов на изменение частот генераторов, осциллограф и частотомер подключают в схеме как можно дальше от самих генераторов. Настройку начинают с любого генератора. Осциллограф и частотомер подключают параллельно резистору R8. Если монтаж схемы генератора выполнен правильно, то на экране осциллографа будет наблюдаться синусоидальное напряжение. Вращая сердечник катушки L1, настраивают контур генератора по осциллографу на максимальное значение амплитуды напряжения. Затем, изменяя емкость подстроечного конденсатора C2, устанавливают частоту напряжения задающего генератора равной 4,417994 МГц. Аналогично настраивают и второй генератор на частоту 4,449244 МГц. При этом осциллограф и частотомер подключают параллельно резистору R23. Далее настраивают синхронный детектор. Для этого осциллограф и частотомер подключают к стоку полевого транзистора VT10 (параллельно резистору R37). Вращая сердечник катушки L3, настраивают контур синхронного детектора на максимальное значение синусоидального (близкого к прямоугольному) напряжения. При этом частота этого сигнала должна быть равной 31,25 кГц. Если частота немного отличается, то необходимо подстроить частоту первого генератора, так как частота его незначительно изменяется из-за влияния на него контура синхронного детектора.

Настройка синхрогенератора сводится к проверке наличия и формы управляющих импульсов на выходах микросхем, осциллограммы которых показаны на рис. 7.

При настройке электронного коммутатора осциллограф подключается параллельно резистору R14. На экране осциллографа должны наблюдаться осциллограммы четной и нечетной строк сигнала «Радуга».

Вращая движок переменных резисторов R8, R13, R23, устанавливают одинаковый размах и постоянную составляющую сигнала «Радуга» на четных и нечетных строках. Осциллограммы напряжений приведены на рис. 7.

Настройка генератора вертикальных линий сводится к проверке осциллографом необходимого количества импульсов на выходе микросхемы DD3 (вывод 7). Количество импульсов (вертикальных линий) регулируется подстройкой сердечника в катушке индуктивности L4.

Правильно собранный смеситель практически не требует наладки. Проверяется полярность и соотношение амплитуд синхроимпульсов и видеосигнала. Для этого переключатель SA1 ставят в положение «Сетчатое поле». Осциллограф подключают к эмиттеру транзистора VT11, замеряют размах полного видеосигнала «Сетчатое поле» на выходе смесителя. Затем переключатель SA1 ставят в положение «Радуга». Осциллограммы сигналов на выходе смесителя показаны на рис. 7.

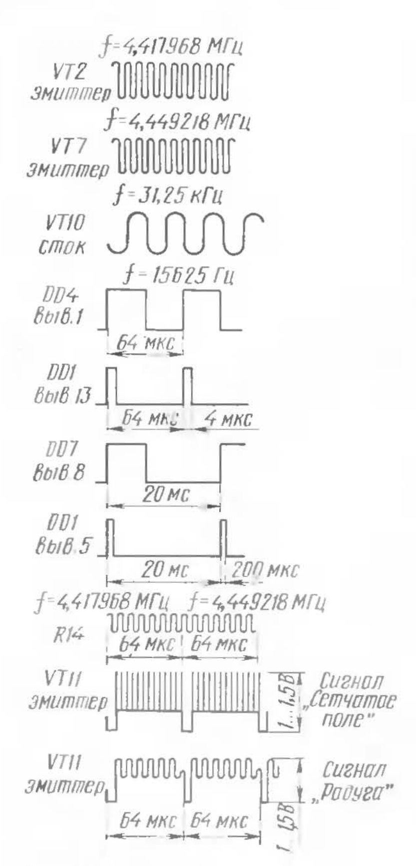


Рис. 7. Эпюры импульсов в точках схемы

Настройка блока УКВ. Если у радиолюбителей имеется возможность воспользоваться генератором качающейся частоты X1-19, то настройка блока УКВ упрощается. В этом случае к выходу блока УКВ (гнездо XS4) присоединяют выход прибора X1-19 и его детекторную головку. Аттенюатор генератора качающейся частоты ставят в положение 40 дБ и ручку «Усиление» — в положение максимального усиления. Так как прием телевизионных программ отечественным телевизионным приемником с видеомагнитофоном ВМ-12 осуществляется на 6-м телевизионном канале, то необходимо частотный диапазон генератора X1-19 поставить в положение 150...220 МГц.

При работе автогенератора блока УКВ на экране генератора качающейся частоты будет наблюдаться частотная сетка автогенератора. Вращая сердечник катушки L5, выставляют метку на частоту шестого телевизионного канала, равную 175,25 МГц.

Окончательная настройка универсального генератора испытательных сигналов. Окончательная настройка прибора производится совместно с цветным хорошо отлаженным телевизионным приемником. Для этого, если имеется видеовход в телевизионном приемнике, то при помощи коаксиального кабеля с необходимыми разъемами соединяют гнездо «Видео НЧ» генератора сигналов с гнездом «Вход видео» цветного телевизионного приемника. На телевизионном приемнике с помощью перемычки вход видеоусилителя подключают к гнезду «Вход видео». Затем включают питание телевизионного приемника и генератора. Нажимают кнопку «Сетчатое поле» переключателя SA1. При этом на экране телевизионного приемника должно быть контрастное изображение испытательной таблицы «Сетчатое поле». Причем вертикальные линии могут быть незначительно искривлены из-за неправильной настройки на частоту генератора вертикальных линий. Для устранения этого явления необходимо, не выключая телевизионный приемник, постепенно подстраивать сердечник катушки L4, добиваясь исчезновения искривления вертикальных линий. Затем проверяют работу прибора в режиме «Радуга» на телевизионном приемнике, имеющем декодер PAL. Для этого нажимают кнопку переключателя SA1 «Радуга» и на экране телевизионного приемника должен появиться цветной сигнал «Радуга» с чередованием полос основных и вспомогательных цветов без резких границ между ними.

Основные цвета должны располагаться в следующем порядке: красный, синий, зеленый.

Эпюры напряжений, измеренные осциллографом на выходах декодера «А» телевизионного приемника при подаче на его вход сигнала «Радуга», приведен на рис. 8.

Если положение полос основных цветов смещено вправо или влево вдоль строк, то необходимо немного подстроить контур синхронного детектора так, чтобы основные цвета располагались равномерно по экрану телевизионного приемника.

Далее работу прибора проверяют по антенному входу на одном телевизионном приемнике. Для этого в телевизионном приемнике с помощью перемычки восстанавливают первоначальные соединения. Один разъем коаксиального кабеля вставляют в антенное гнездо телевизионного приемника (делитель 1:1), а другой —

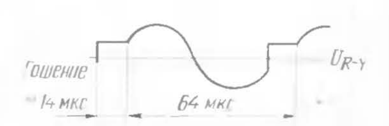




Рис. 8. Эпюры напряжений на выходах декодера «А» телевизионного приемника при подаче сигнала «Радуга»

в гнездо XS4 «Видео ВЧ» прибора. Затем включают питание телевизионного приемника и прибора. Так как блок УКВ данного прибора настроен на частоту шестого телевизионного канала, то селектор каналов цветного телевизионного приемника ставят на прием программ по шестому телевизионному каналу. Тумблер на задней стенке телевизионного приемника «Настройка ручная автоматическая» ставят в положение «Автоматическая». Нажимают кнопку переключателя SA1 на приборе «Сетчатое поле». Затем, подстраивая незначительно сердечник контура автогенератора блока УКВ, добиваются на экране телевизионного приемника наилучшего изображения сигнала «Сетчатое поле». Если контрастность изображения очень большая или происходит срыв синхронизации изображения, то необходимо с помощью потенциометра R44 уменьшить величину модулирующего сигнала. Как только будет установлено устойчивое изображение на экране телевизионного приемника, необходимо проверить работу прибора с блоков УКВ в режиме цветного испытательного сигнала. Для этого нажимают кнопку переключателя SA1 «Радуга». Если изображение вертикальных цветных полос недостаточно хорошее (цвет отдельных горизонтальных полос может даже отсутствовать), то необходимо произвести регулировку резистора R44 в небольших пределах. Одновременно следует подстраивать и контур автогенератора так, чтобы получить удовлетворительное изображение. На этом настройка прибора заканчивается.

Таблица 2

Возможные замены элементов принципиальной схемы прибора

Тип элемента	Возможная замена
КТ3117	КТ312, КТ315
КП302АМ	КП302А, КП303
ГТ311А	КТ325, КТ368
КТ816А	КТ814, КТ818
КД212	КД213, КД226
Д20	Д18, Д311
К155ТМ2	К555ТМ2
К155ИЕ2	К555ИЕ2
К155АГ3	К555АГ3
К155ЛА3	К555ЛА3

ДЛЯ РАДИОКРУЖКОВ

ОПТИЧЕСКИЙ ТЕЛЕФОН

Н. Шиянов

В последние годы в нашу жизнь все интенсивнее входят слова «оптическая» обработка информации и «оптическая» связь. Использование оптического диапазона спектра электромагнитных излучений ($\lambda = 0,3...15$ мкм) позволяет получить ряд существенных технических и экономических преимуществ, повышающих эффективность передачи информации. Например, в современных ретрансляционных линиях взамен дорогостоящих медных коаксиальных кабелей используют оптические средства передачи и обработки информации, обладающие высокой помехозащищенностью и информационной емкостью [1].

Антеннами в оптическом диапазоне служат специальные оптические системы, обеспечивающие высокую направленность излучения и малые габариты. Особенностью открытых оптических линий связи является существенная зависимость уровня поглощения энергии излучения от длины волны и состояния атмосферы. Это приводит к необходимости использовать спектральные участки, обладающие наименьшим коэффициентом поглощения, так называемые окна прозрачности атмосферы. К ним относятся участки, лежащие в ближней инфракрасной области: 1,05. 1,2. 1,7 мкм, а также в видимой области 0,6...0,7 мкм (красный свет). Поскольку оптические лучи распространяются прямолинейно, преломляясь на границах раздела двух оптических сред, связь по открытым линиям связи возможна только в пределах прямой видимости. Оптические линии связи могут использоваться для связи в больших помещениях и полевых условиях, когда применение радиосвязи невозможно или нежелательно. Например, для связи через водные массивы, сильно пересеченную местность, в горах и т. д. Особенно полезно описываемое ниже устройство для иллюстрации возможностей и изучения особенностей оптической речевой связи при обучении основам связи в различных учебных заведениях.

Ниже описывается оптическая линия связи (оптический телефон), обеспечивающая дальность телефонной связи порядка сотен метров. Дальность возрастает в ночное время при малом уровне фоновых засветок или использовании более мощного оптического излучателя.

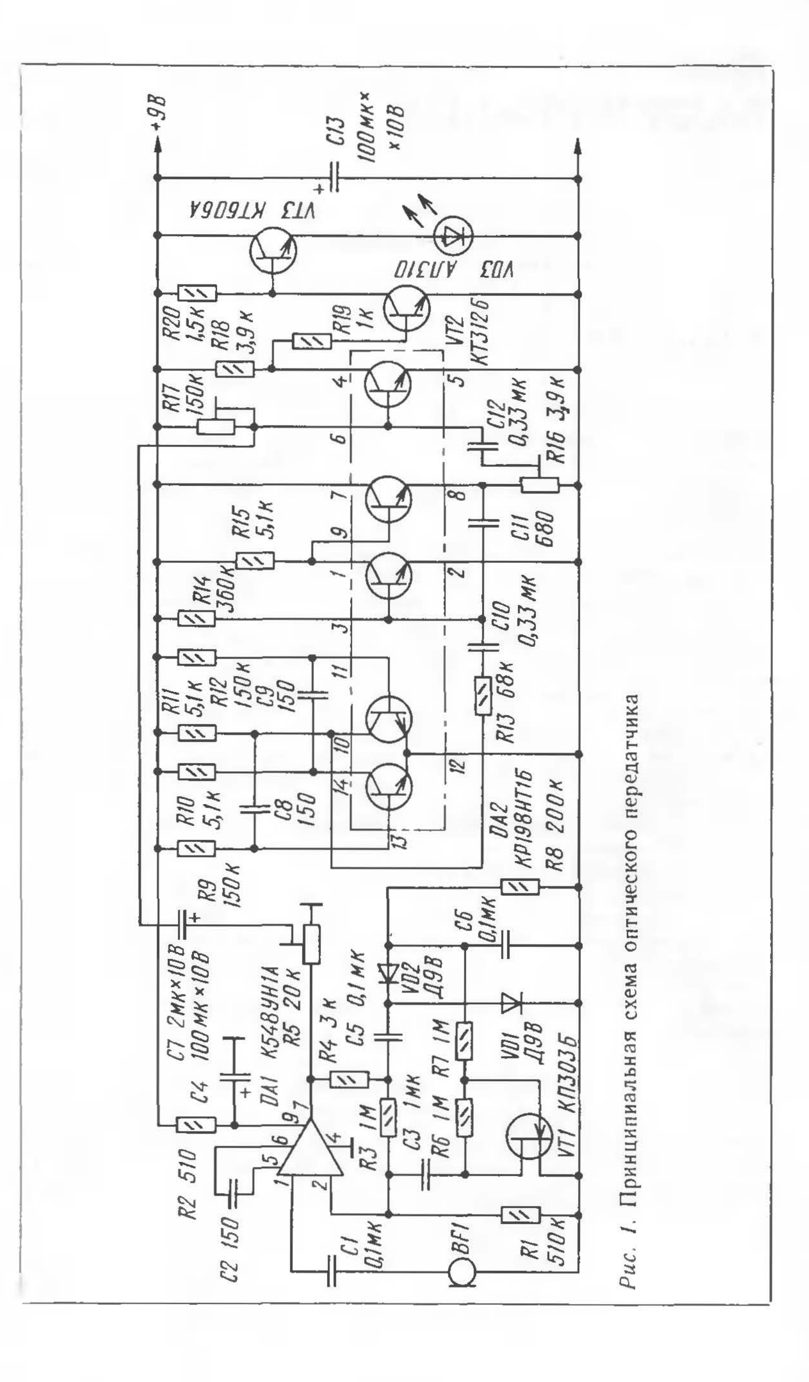


Рис. 1. Принципиальная схема оптического передатчика

Оптический передатчик (рис. 1) состоит из микрофонного усилителя, выполненного на интегральной микросхеме DA1, в цепь отрицательной обратной связи которого выведен управляемый аттенюатор на основе полевого транзистора VT1. Выходной сигнал усилителя подается на вход каскада сравнения на транзисторе DA2.5. На вход этого же каскада поступает сигнал треугольной формы с выхода формирователя, образованного последовательно соединенными мультивибратором на основе микросхем DA2.1, DA2.2 и интегратором на DA2.3 и DA2.4. В моменты равенства мгновенных значений напряжения усилителя и формирователя треугольного напряжения происходит формирование фронта и среза выходных импульсов указанного каскада. Таким образом генерируются прямоугольные импульсы, длительность которых пропорциональна мгновенным значениям информативного сигнала. Выходной сигнал каскада сравнения поступает на двухкаскадный ключевой усилитель мощности на транзисторах VT2, VT3, нагрузкой которого является светоизлучающий диод VD3.

Микрофонный усилитель представляет собой компрессор, сжимающий динамический диапазон входного сигнала. Он состоит из дифференциального усилителя DA1, на неинвертирующий вход которого поступает напряжение, развиваемое микрофоном, а на инвертирующий вход — сигнал управляемого аттенюатора. Последний образован резисторами R3, R4 и сопротивлением канала полевого транзистора VT1. На резисторах R6, R7 выполнена цепь отрицательной обратной связи со стока на затвор полевого транзистора, существенно снижающая нелинейные искажения сигнала, обусловленные нелинейностью аттенюатора.

При повышении уровня сигнала выходное напряжение двухполупериодного выпрямителя на диодах VD2, VD3 снижается, одновременно увеличивается сопротивление канала полевого транзистора, что приводит к уменьшению коэффициента передачи усилителя. Амплитудная характеристика микрофонного усилителя представлена на рис. 2. Полоса пропускания усилителя (250...3000 Гц) сформирована фильтрами, образуемыми конденсатором C1, входным сопротивлением DA1, а также корректирующим конденсатором C2. Сжатие динамического диапазона и ограничение спектра пере-

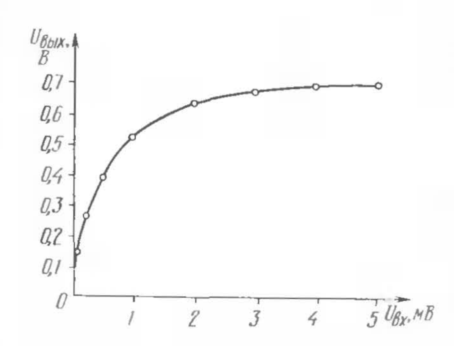


Рис. 2. Амплитудная характеристика компрессора

даваемого сигнала значительно повышает разборчивость сообщений, принимаемых на фоне помех [2].

При отсутствии информативного сигнала скважность импульсной последовательности на выходе DA2.5 близка к двум. Амплитуда этих импульсов фиксирована и близка к напряжению питания, а длительность пропорциональна мгновенным значениям напряжения входного сигнала. Ключевой усилитель мощности широтно-модулированного сигнала на транзисторах VT2, VT3 обеспечивает импульсный ток в нагрузку около 180...200 мА. При этом ток, потребляемый передатчиком от источника питания, близок к 100...120 мА.

Принципиальная схема оптического приемника представлена на рис. 3. Оптическое излучение поступает на фотодетектор, в качестве которого использован кремниевый фотодиод VD1, работающий в фотовольтаическом режиме. Сигнал фотодетектора поступает на резонансный усилитель, выполненный на основе микросхемы DA1.1. Для формирования требуемой амплитудно-частотной характеристики в цепь отрицательной обратной связи усилителя включен резонансный контур L1C4, настроенный на частоту широтно-амплитудной модуляции 30...35 кГц. Коэффициент передачи усилителя в полосе пропускания, близкой к 6 кГц, равен 140...180.

Выходное напряжение каскада поступает на усилитель DA1.2, охваченный системой автоматической регулировки усиления, в цепь отрицательной обратной связи которого включен управляемый аттенюатор, образованный сопротивлением параллельного контура L2C10 и сопротивлением канала полевого транзистора VT1. Автоматическая стабилизация уровня сигнала достигается за

Рис. 3. Принципиальная схема оптического приемника

счет изменения глубины отрицательной обратной связи при вариациях напряжения входного сигнала.

Детектирование сигнала осуществляется двухполупериодным выпрямителем на основе диодов VD2 и VD3, нагруженным на двухзвенный фильтр нижних частот. Переменный резистор R8 служит для плавной регулировки уровня выходной мощности. Чувствительность усилителя мощности определяется значением сопротивления резистора R9, устойчивость обеспечивается элементами высокочастотной коррекции R10, C20. Постоянные времени переходных цепей оптического приемника выбраны исходя из получения нижней границы полосы пропускания, близкой к 200...250 Гц. Фильтры нижних частот, введенные в тракт усиления звуковых частот, обеспечивают частоту среза около 2,5...3,0 кГц.

Налаживание оптического передатчика целесообразно начинать с проверки работоспособности микрофонного усилителя. Для этого на его вход подают синусоидальный сигнал, имеющий частоту в пределах 500...2000 Гц и напряжение, изменяющееся в пределах 0...5 мВ. Для такого сигнала амплитудная характеристика усилителя должна быть близка к зависимости, изображенной на рис. 2. Увеличения крутизны амплитудной характеристики можно достичь выбором более высокого сопротивления резистора R3. Максимальное выходное напряжение микрофонного усилителя в большой степени зависит от напряжения отсечки использованного полевого транзистора VT1. Для его увеличения потребуется применение транзисторов с более высоким напряжением отсечки (КП303В, Г, Д).

Затем с помощью осциллографа необходимо проконтролировать форму сигнала мультивибратора на транзисторах DA2.1, DA2.2 и интегратора на основе DA2.3, DA2.4. При правильно воспроизведенной принципиальной схеме указанные узлы в настройке не нуждаются.

Основное внимание необходимо уделить установке наилучшего уровня сигналов, поступающих с движков подстроечных резисторов R4, R16 на каскад сравнения (широтно-импульсный модулятор), и подстройке начального тока этого каскада резистором R17. Для этого в режиме «молчания» резистором R17 устанавливается скважность импульсной последовательности, близкая к двум. После этого на микрофонный усилитель подается синусоидальное напряжение, имеющее амплитуду 1...5 мВ. Совместной регулировкой сопротивлений резисторов R5, R16 необходимо добиться максимального изменения длительности широтно-модулированных импульсов. Ключевой усилитель мощности на основе VT2, VT3 в настройке не нуждается.

Необходимо отметить, что с целью увеличения мощности передатчика в качестве источников оптического сигнала могут быть использованы и более мощные, чем указанные на схеме, инфракрасные излучающие диоды, например АЛ107, АЛ118, АЛ119, АЛ130. В этом случае может потребоваться замена транзистора VT3 на более мощный, с меньшим напряжением насыщения.

Настройку оптического приемника начинают с проверки работоспособности резонансных усилителей на основе микросхем DA1. Для этого на вход усилителя DA1.1 подают синусоидальное напряжение порядка сотен микровольт, имеющее частоту 30...35 кГц. Путем изменения частоты генератора оценивается амплитудно-частотная характеристика каскада. Коэффициент передачи усилителя должен быть в пределах 140...180 и может подбираться с помощью изменения сопротивления резистора R1. Плавное смещение максимума амплитудно-частотной характеристики резонансного каскада достигается перемещением сердечника катушки индуктивности L1.

Второй каскад на основе микросхемы DA1.2 аналогичен рассмотренному, однако содержит также цепь АРУ, инерционность которой определяется, в основном, постоянной времени RC-цепи R5C11 и может регулироваться с помощью изменения параметров указанных элементов. Выходное напряжение детектора должно составлять 30...200 мВ. Усилитель мощности на специализированной микросхеме DA2 в настройке не нуждается.

В заключение оптический передатчик и приемник разносят на некоторое расстояние и тщательно направляют друг на друга по максимуму громкости звучания. В качестве источника сигнала целесообразно использовать генератор синусоидального сигнала либо ослабленный делителем выходной сигнал радиоприемника. Поскольку направленность оптических антенн весьма высока — диаграммы направленности приемника и передатчика имеют ширину около (1...2)°, к ориентированию

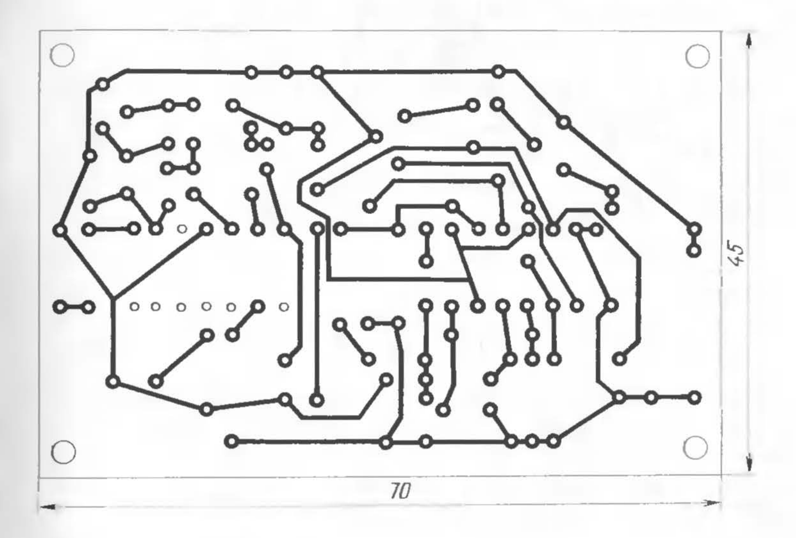
следует отнестись очень внимательно. При малом расстоянии между приемником и передатчиком, несмотря на функционирование системы АРУ, возможна перегрузка высокочастотных усилителей приемника. Для ее исключения достаточно поместить перед приемником любой полупрозрачный материал: кальку, полимерную пленку, частично или полностью закрывающий апертуру оптической системы приемника. Затем при выходной мощности, составляющей 0,1...0,3 от максимальной, и неподвижных оптических системах необходимо откорректировать положения светоизлучающего диода и фотодиода относительно соответствующих линз по максимальному уровню принимаемого сигнала. На этом настройку оптической линии связи можно считать законченной.

Детали и конструкция. В оптическом передатчике и приемнике могут быть использованы постоянные резисторы МЛТ-0,125, МЛТ-0,25 с допускаемым отклонением от номинала до ±10%. В качестве подстроечных резисторов целесообразно использовать резисторы типов СП3-44, СП3-27, СП3-16. В устройствах могут быть использованы постоянные конденсаторы КМ4, КМ5, КМ6, оксидные электролитические конденсаторы К50-6. В качестве хронирующих конденсаторов С8, С9 мультивибратора и емкостей С4, С10 резонансных усилителей следует использовать конденсаторы с повышенной температурной стабильностью, например К73, К76. Катушки индуктивности L1, L2 выполнены на трехсекционных цилиндрических каркасах от фильтров промежуточной частоты радиоприемника «Сокол» и содержат по 420 витков провода ПЭЛ 0,05. Катушки заключены в ферритовые чашки диаметром 8,6 мм марки 600НН, имеют подстроечные сердечники из того же материала длиной 12 мм и помещены в латунные экраны.

Полупроводниковые диоды VD1, VD2 передатчика и VD2, VD3 приемника могут быть заменены на Д18, КД507А. Транзистор VT2 (КТ312Б) можно заменить на КТ306, КТ315Б. Вместо транзисторов КП303Б, КП305Ж можно использовать КП303В и КП305Е. И соответственно. Для выходного усилителя мощности подойдут транзисторы КТ635Б, КТ904Б и другие мощные переключающие транзисторы. В оптическом приемнике можно использовать любой динамический микрофон, например МД200, МД52. В качестве головки прямого

излучения допустимо применять 0,1ГД6, 0,25ГД1 и другие.

В случае кратковременной работы оптического телефона в качестве светоизлучающего диода можно применить АЛ310, указанный на принципиальной схеме. При долговременном режиме работы устройства более целесообразны мощные излучающие инфракрасные диоды



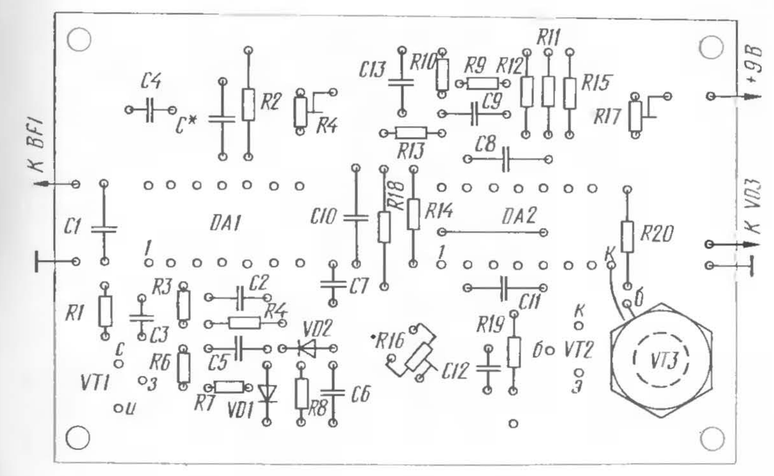


Рис. 4. Печатная плата оптического передатчика

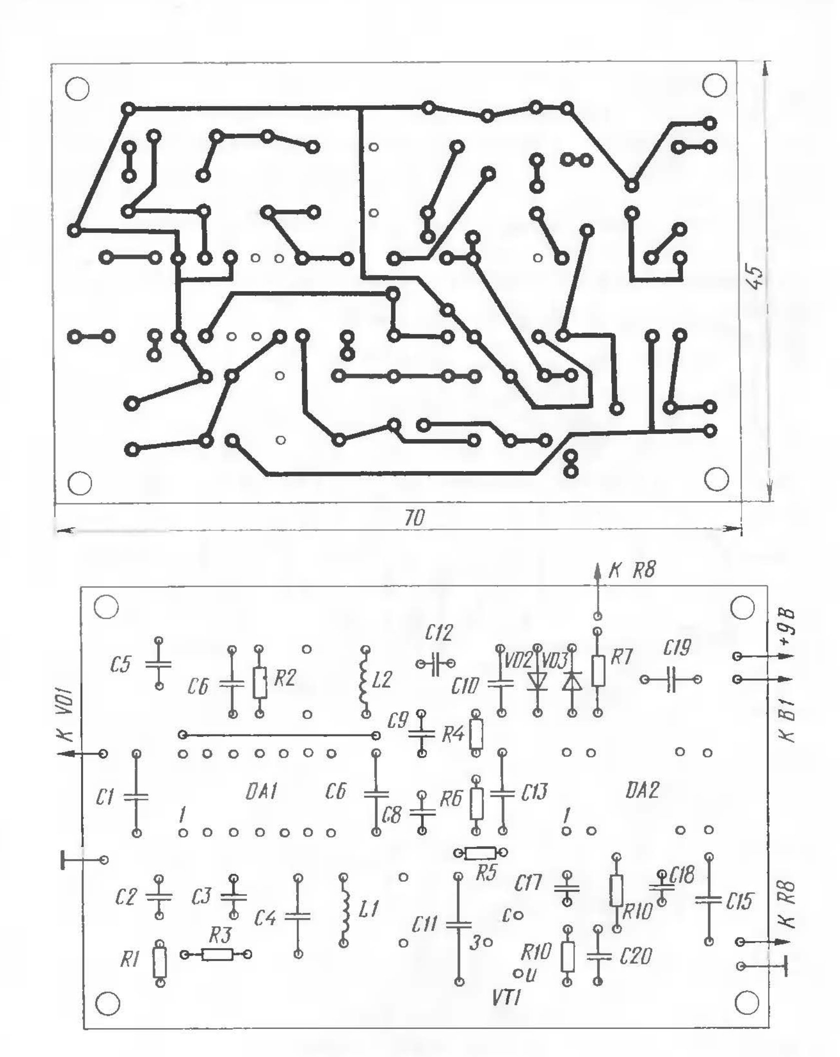


Рис. 5. Печатная плата оптического приемника

типа АЛ107, АЛ119, АЛ130. В последних двух случаях импульсный ток через излучающий диод может быть увеличен до 1 А, что даст дополнительный прирост дальности связи.

В качестве фотодетекторов можно использовать

также кремниевые фотодиоды типа ФД-256, ФД-8К и другие малогабаритные фотодиоды.

Элементы передающей и приемной частей оптической линии связи смонтированы на печатных платах размерами 70×45 мм из одностороннего фольгированного стеклотекстолита (рис. 4 и 5). Для уменьшения габаритов конструкции основное количество резисторов установлено на платах вертикально. Мощный транзистор VT3 и микросхема DA2 усилителя мощности имеют пластинчатые радиаторы из латуни площадью около 4 см^2. Перемычки обозначены на рисунках пунктиром и установлены со стороны радиоэлементов. Питание передатчика и приемника осуществляется от батарей 3336, вместе с тем могут быть использованы и сетевые стабилизированные источники питания, обеспечивающие напряжение 9 В и ток в нагрузку не менее 250 мА. Для подключения микрофона и головки прямого излучения целесообразно использовать низкочастотные унифицированные гнезда типа ОНЦ-ВГ-3/16 или им подобные.

Оптические системы передатчика и приемника идентичны, конструктивно просты и представляют собой плоско-выпуклые линзы от конденсаторов фотоувеличителей диаметром 70 мм с фокусным расстоянием около 80 мм. В фокальных плоскостях линз передатчика установлен излучающий диод, приемника — фоточувствительная поверхность фотодиода. Можно воспользоваться также и некоторыми фотообъективами для бытовых фотоаппаратов, например от «Юпитера-9», однако дальность связи при этом снижается.

Литература

1. Оокоси Г. Оптоэлектроника и оптическая связь.— М.: Мир, 1968.
2. Петленко Б. И. Речевая связь в искусственных атмосферах.— М.: Связь, 1978.

ЦИФРОВОЙ ВЕЛОСПИДОМЕТР

С. Гудов

Для велосипедиста в процессе движения важно знать скорость велосипеда и пройденный путь. Определение длины велопробега довольно просто решается с помощью механического прибора, серийно выпускаемого промышленностью и устанавливаемого на одну из вилок колеса. Механический указатель скорости велосипеда не получил широкого применения.

Автором предлагается несложная схема цифрового велоспидометра, который позволяет измерять скорость велосипеда с погрешностью не более 1...2 км/ч и питается от источника с напряжением +9 В. При включении схема потребляет ток около 30...40 мА. Она реализована на пяти цифровых КМОП-микросхемах серии К564 или К561, одной аналоговой микросхеме К140УД1А и двух цифровых индикаторах К490ИП1, в каждый из которых входят внутренний десятичный счетчик, дешифратор и семисегментный индикатор.

Общий принцип работы цифрового велоспидометра заключается в следующем. Светодиод типа АЛ107Б в инфракрасной области непрерывно генерирует световые импульсы, которые принимаются фотодиодом ФД-9 и далее усиливаются операционным усилителем К140УД1А. Светодиод и фотодиод устанавливаются на вилке одного из колес велосипедиста друг против друга между спицами на расстоянии 1...2 см. Когда спица закрывает световое излучение, то на фотодиоде и выходе операционного усилителя на время пролета спицы устанавливается уровень логического 0. Специальная триггерная схема непрерывно анализирует состояние между входом и выходом оптопары и при исчезновении импульсов с фотодиода формирует сигнал, соответствующий времени пролета спицы между светодиодом и фотодиодом. Далее генерируется определенный интервал времени, в течение которого суммируются все спицы,

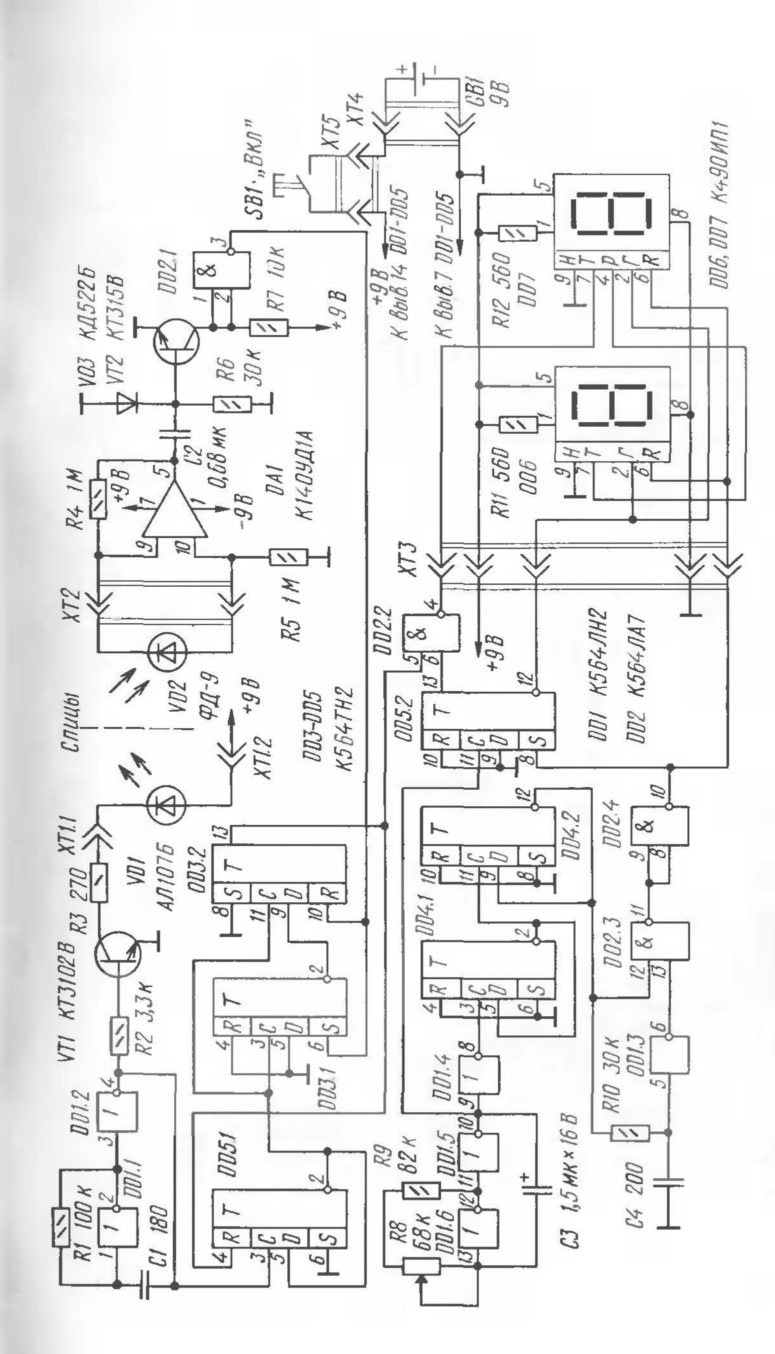


Рис. 1. Принципиальная схема велоспидометра

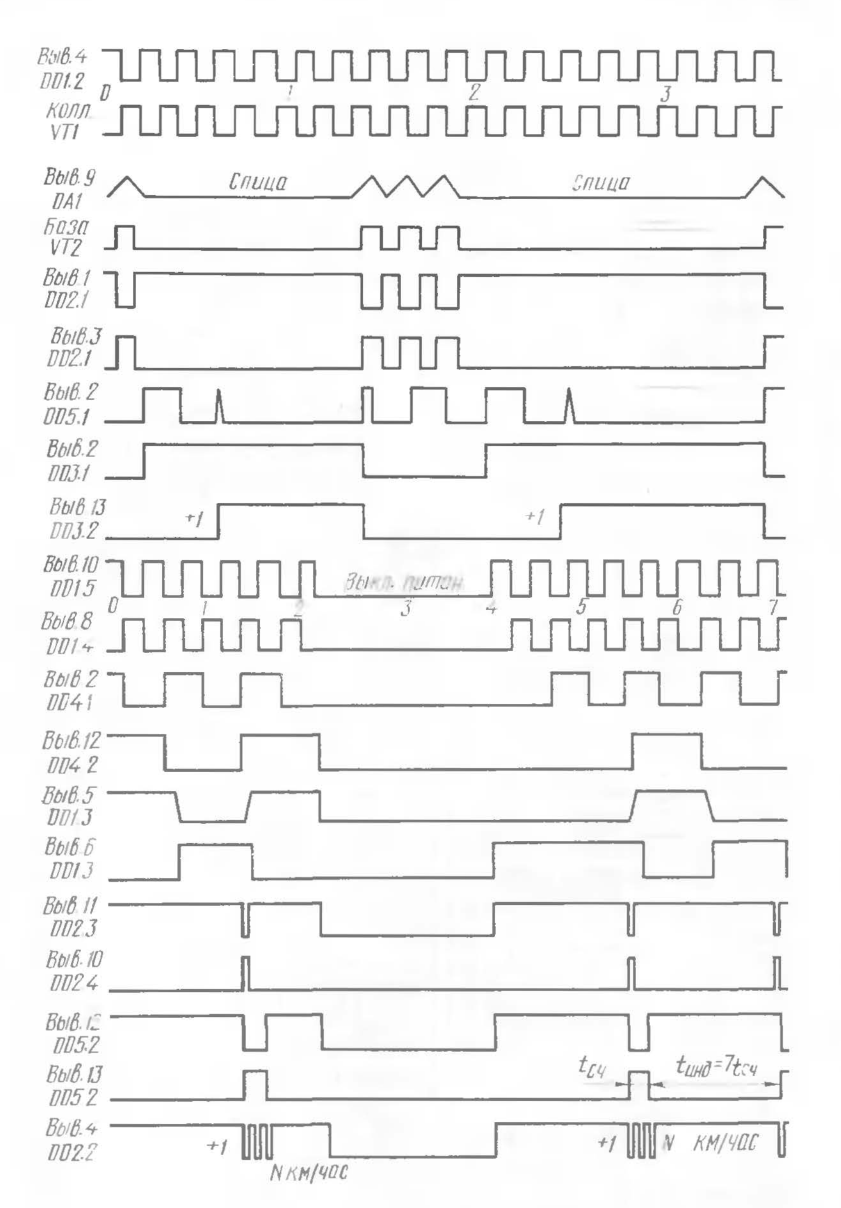


Рис. 2. Временные диаграммы



зафиксированные оптопарой. Полученная сумма и даст скорость велосипеда, так как количество промелькнувших спиц линейно возрастает со скоростью велосипеда. Изменением длины интервала суммирования (счета) добиваются необходимой калибровки прибора.

Принципиальная схема и временные диаграммы работы цифрового велоспидометра приведены соответственно на рис. 1 и 2.

На микросхемах DD1.1 и DD1.2 собран генератор импульсов с периодом следования около 20 мкс. Последовательность этих сигналов усиливает и одновременно инвертирует транзистор VT1, в коллекторной нагрузке которого включен светодиод VD1 типа АЛ107Б. Импульсы светового излучения на длине волны около 1 мкм принимает фотодиод VD2 типа ФД-9, включенный между входами операционного усилителя DA1. Соотношением резисторов R4 и R5 устанавливают необходимую чувствительность фотоприемной схемы. Транзистор VT2 согласует выход усилителя DA1 с требуемым входным потенциалом КМОП микросхем. Конденсатор C2 не пропускает постоянную составляющую на базу транзистора VT2. Триггеры DD3.1 и DD3.2 непрерывно следят за состоянием между входом и выходом оптопары. В исходном состоянии, когда спица не закрывает световое излучение, триггер DD3.1 по S-входу устанавливается в единичное состояние, а триггер DD3.2 по R-входу — в нулевое. Триггер DD5.1 делит частоту с генератора на микросхемах DD1.1 и DD1.2 на два. Как только спица велосипеда закрывает световое излучение, импульсы с выхода триггера DD5.1 по синхровходу C сбрасывают в нуль триггер DD3.1. Если через два последующих такта не приходит сигнал с фотодиода, то триггер DD3.2 устанавливается в единицу, тем самым формируя фронт +1 для суммирования количества спиц. Одновременно по входу R блокируется в нуль триггер DD5.1, запрещая прохождение сигналов со входа оптопары. В таком состоянии схема находится несколько секунд, пока спица закрывает световой поток. Длительность времени пролета спицы определяется скоростью велосипеда и толщиной спицы. Когда открывается световой поток, срабатывает фотодиод VD1, и все триггеры по входам R и S устанавливаются в исходное состояние. Триггер DD5.1 необходим для ликвидации «дребезга» схемы при входе спицы в полосу светового излучения. Микросхемы DD1.5 и

DD1.6 совместно с конденсатором С3 и резисторами R8 и R9 образуют генератор импульсов, во время действия которых суммируется количество спиц за определенный промежуток времени ($t_{сч}=100...200$ мс). Резистором R8 плавно регулируется длительность интервала счета.

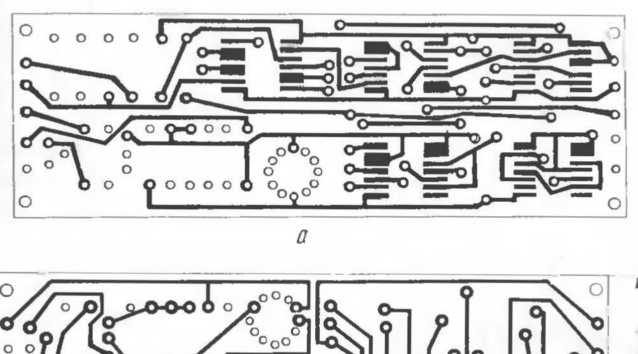
Следует отметить, что у различных типов велосипеда интервал счета также различен. Он определяется в зависимости от радиуса колес, количества спиц и других параметров. Поэтому величина $t_{сч}$ для каждого велосипеда устанавливается экспериментально. Схема велоспидометра непрерывно определяет скорость велосипеда с периодом $8t_{сч}$ (от 1 до 1,5 с), в результате чего можно оперативно следить за изменением скорости на определенных участках пути: с горы, при ускорении или торможении. Причем на время $t_{сч}$ индикаторы погашены, а на время $t_{инд}=7t_{сч}$ индицируется сумма количества спиц, которая и определит скорость велосипеда в единицах измерения км/ч за данный промежуток времени.

Погрешность измерения зависит от стабильности интервала $t_{сч}$ при изменении уровня питающего напряжения и температуры окружающей среды и не превышает 3...5%.

Схема счета и индикации работает следующим образом.

Тактовые сигналы с генератора на микросхемах DD1.5 и DD1.6 поступают на триггеры DD4.1 и DD4.2, которые делят исходную частоту на четыре. При поступлении с выхода микросхемы DD4.2 фронта восьмого импульса цепочка микросхем DD1.3, DD2.3 и DD2.4 формирует короткий сигнал для сброса в нуль по установочным R-входам триггера DD5.2 и цифровых индикаторов DD6 и DD7. Сигнал логического 0 с инверсного выхода микросхемы DD5.2 гасит индикацию по входу Г DD6 на время $t_{сч}$. Одновременно импульс логической 1 с прямого выхода микросхемы DD5.2 разрешает на время $t_{сч}$ проход сигналов суммирования +1 с микросхемы DD2.2.

В состав индикатора DD7 входит внутренний десятичный счетчик, который суммирует эти сигналы. При поступлении на счетчик DD7 десятого импульса на выходе Р формируется сигнал переноса, который поступает на индикатор DD6. Первым последующим тактом с генератора триггер DD5.2 переходит в нулевое состояние, в результате чего запрещается счет импульсов и высве-



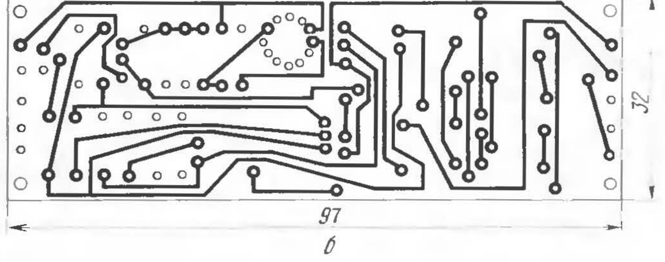


Рис. 3. Печатная плата велоспидометра: а — со стороны деталей; б — с противоположной стороны

чивается сумма количества спиц на время $7t_{сч}$. Далее цикл повторяется вновь. Резисторы R11 и R12 уменьшают яркость свечения индикаторов, сокращая потребляемую мощность от источника питания. Велоспидометр включается в работу кнопкой SB1. В первый такт измерения (около 1 с) за счет переходных процессов возможно неверное определение скорости велосипеда, после чего каждую секунду высвечивается точное значение скорости до выключения питания.

Наладку спидометра начинают с проверки осциллографом работы генератора на микросхемах DD1.1 и DD1.2. На коллекторе транзистора VT1 должна быть последовательность импульсов с периодом следования около 20 мкс. Далее размещают светодиод и фотодиод друг против друга на расстоянии 1...2 см и проверяют наличие импульсов на выходе операционного усилителя DA1. Резисторами R4 и R5 устанавливают такую чувствительность фотоприемной схемы, при которой еще сохраняются сигналы на коллекторе транзистора VT2 при увеличении расстояния между светодиодом и фото-

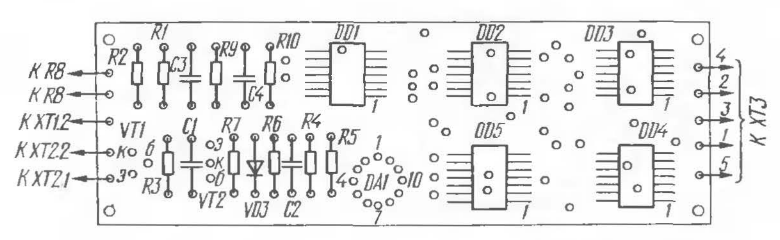


Рис. 4. Расположение деталей на плате велоспидометра

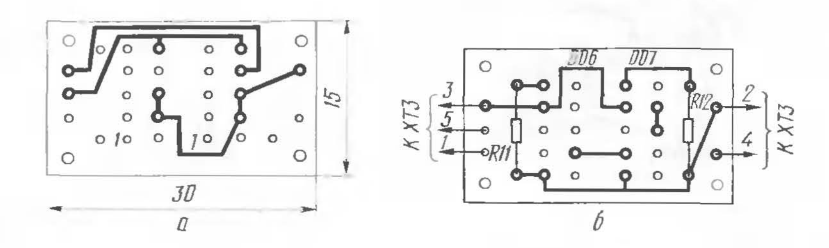


Рис. 5. Печатная плата индикаторов: а — со стороны деталей; б — с противоположной стороны

диодом до 4...5 см. Проверяют исходное состояние триггеров DD5.1, DD3.1 и DD3.2 согласно временным диаграммам рис. 2. Затем налаживают схему индикации и счета. Длительность импульсов на выводе 13 микросхемы DD5.2 должна плавно регулироваться резистором R8 в пределах от 100 до 200 мс. Подается напряжение +9 В на входы Г индикаторов DD6 и DD7 и на вывод 5 микросхемы DD2.2, а входы R индикаторов DD6 и DD7 заземляют. Если между светодиодом и фотодиодом поместить предмет толщиной со спицу велосипеда, то на индикаторах должна прибавиться единица. После этого следует восстановить схему согласно рис. 1. Калибровку схемы производят в процессе движения резистором R8.

О з а м е н а х д е т а л е й. Вместо фотодиода ФД-9 можно использовать фотодиоды ФД-10, ФД-5, ФД26К, ФД27К, ФД265А, но тогда уменьшится чувствительность схемы, которую можно увеличить изменением резисторов R4 и R5. Возможно использование светодиодов АЛ107А, АЛ107Б, АЛ115А, АЛ115Б, АЛ118А, АЛ118Б,



Рис. 6. Расположение велоспидометра в передней части велосипеда



Рис. 7. Расположение велоспидометра в задней части велосипеда

а также операционных усилителей К140УД1Б. Микросхемы серии К564 можно заменить серией К561, которая более критична к уровню питающего напряжения и исполнена в другом пластмассовом корпусе. Подстроечный резистор R8 типа СП3-16а, однако лучше применять резисторы с фиксатором ручки потенциометра, так как в процессе езды возможны толчки и смещение движка резистора. Тип разъемов X1—X5 можно выбрать по своему усмотрению, но для обеспечения надежности лучше использовать разъемы с резьбовым соединением.

Конструкция и установка схемы. Вид печатной платы велоспидометра представлен на рис. 3 и 4. Она изготовлена из двустороннего стеклотекстолита и установлена вместе с источником питания GB1 в специальный герметичный корпус с разъемами X1—X5. На рис. 5 показана плата индикаторов, которая крепится либо на торцевой части коробки, либо на руле велосипеда и соединяется с основной схемой гибкими проводниками. Возможные варианты установки рабочих элементов схемы на велосипеде представлены на рис. 6 и 7. В первом варианте корпус со схемой, индикаторами, источником питания крепится под рулем велосипеда. Светодиод и фотодиод устанавливаются на передней вилке, а кнопка В1 — на руле. Во втором варианте оптопара крепится на заднем колесе, схема с источником питания — под сиденьем, а индикаторы с кнопкой — на руле. Можно положить корпус со схемой просто в кобуру для ключей. Тип крепления элементов к раме каждый радиолюбитель может выбрать по своему усмотрению в зависимости от размеров, конструкции вилок и типа велосипеда.

ИЗМЕРЕНИЯ

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АВОМЕТР

М. Шустов

Многофункциональный авометр предназначен для измерения напряжения постоянного и переменного низкочастотного (до 1 кГц) и высокочастотного (до 20 МГц) тока, силы постоянного и переменного низкочастотного тока, а также для измерения сопротивлений, емкостей и индуктивностей с отсчетом показаний по линейной шкале.

С выхода устройства можно снимать импульсы прямоугольного напряжения пяти частот с возможностью декадного ослабления уровня сигнала; модулированные сигналы промежуточной частоты (465 кГц). Возможна работа устройства в качестве широкополосного усилителя, генератора стабильного тока; предусмотрена возможность измерения параметров $\beta_{ст}$ транзисторов структуры n-p-n и p-n-p.

Устройство (рис. 1) состоит собственно из авометра, выполненного на базе дифференциального усилителя постоянного тока с полевыми транзисторами на входе и защитой входа от перегрузок. Резистивный делитель на выходе, наличие детектирующих устройств и головок позволяют измерять напряжение и силу тока.

Генератор стабильного тока, выполненный на транзисторе, обеспечивает стабильный ток, протекающий через измеряемый резистор, и постоянство значения падения напряжения на указанном резисторе. Измерение емкости электролитических конденсаторов (более 1 мкФ) осуществляется по времени зарядки измеряемого конденсатора до определенного напряжения от генератора стабильного тока.

Для измерения емкостей неэлектролитических конденсаторов (емкость менее 1 мкФ), а также индуктивностей использован встроенный релаксационный генератор прямоугольных импульсов, выполненный на микросхеме К1221Л1В (К1181Л1В). Одновременно указанный генератор может быть использован как генератор им-

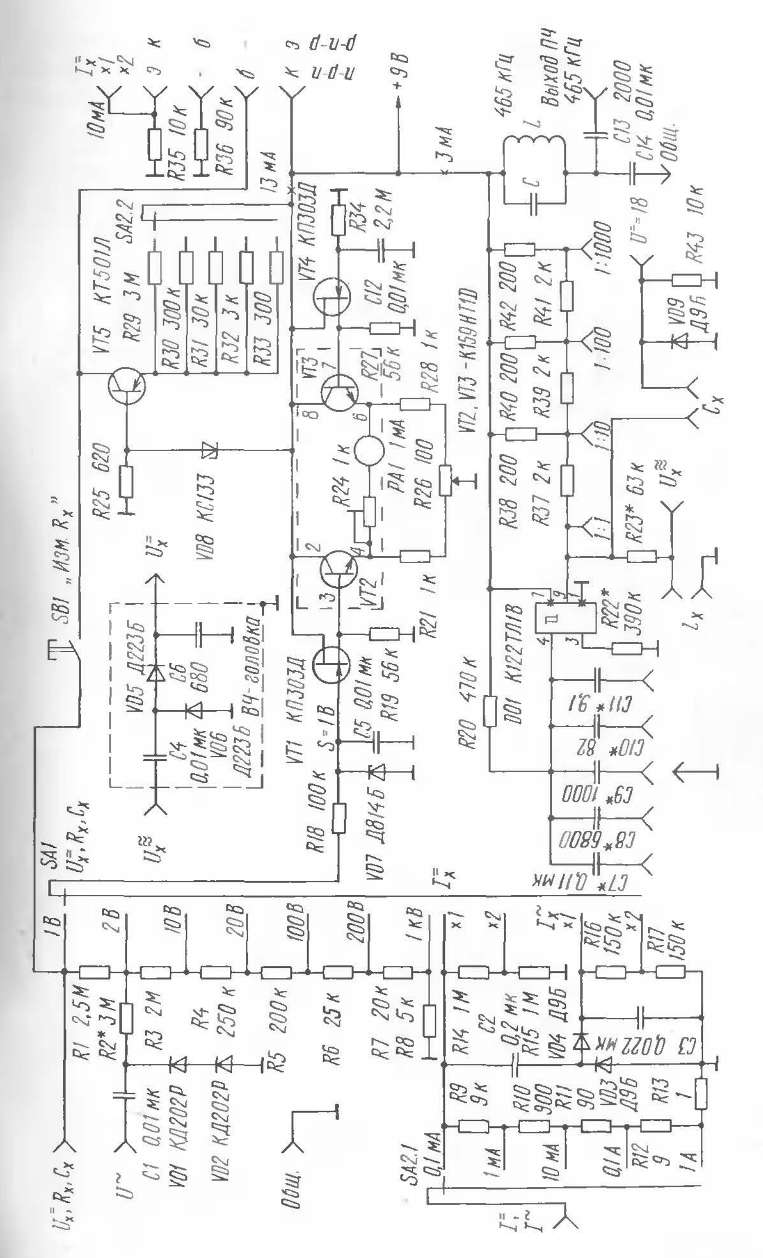


Рис. 1. Схема авометра

пульсов для настройки радиоаппаратуры; модулированный сигнал промежуточной частоты получают ударным возбуждением колебательного контура, настроенного на частоту 465 кГц, прямоугольными импульсами релаксационного генератора. В приборе предусмотрена возможность трехступенчатого декадного ослабления сигналов генераторов. Возможна работа микросхемы в качестве широкополосного усилителя (при подаче на ее вход усиливаемого сигнала через разделительный конденсатор). Измерение параметров транзисторов определяется измерением коллекторного (эмиттерного) тока транзистора, ток базы которого (0,1 мА) задан от генератора стабильного тока (структура n-p-n), либо резистором (структура p-n-p).

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВОМЕТРА

1. Диапазоны (общее количество — 75)

Напряжение (18 диапазонов):

$U^{=}$ — 1 В, 2 В, 10 В, 20 В, 100 В, 200 В, 1 кВ;

$U^{\sim}_{нч}$ — 2 В, 10 В, 20 В, 100 В, 200 В, 1 кВ (до 1 кГц);

$U^{\approx}_{вч}$ — 1 В, 2 В, 10 В, 20 В, 100 В (до 200 МГц).

Ток (постоянный и переменный, 20 диапазонов):

$I^{=}$, $I^{\sim}_{нч}$ — 0,1 мА, 0,2 мА, 1 мА, 2 мА, 10 мА, 20 мА, 100 мА, 200 мА, 1 А, 2 А.

Сопротивление (10 диапазонов):

R_x — 100 Ом, 200 Ом, 1 кОм, 2 кОм, 10 кОм, 20 кОм, 100 кОм, 200 кОм, 1 МОм (обзорный), 2 МОм (обзорный).

Емкость (15 диапазонов):

C_x — а) режим измерения до 1...2 мкФ:

250 пФ, 1 нФ, 0,01 мкФ, 0,1 мкФ, 1 мкФ, 500 пФ, 2 нФ, 0,02 мкФ, 0,2 мкФ, 2 мкФ;

б) режим измерения свыше 1...2 мкФ:

1—10—100 мкФ, 10—100—1000 мкФ, 0,1—1—10 мФ, 1—10—100 мкФ, 0,01—0,1—1 Ф.

Индуктивность (10 диапазонов):

L_x — 10 мГн, 25 мГн, 100 мГн, 1 Гн, 7 Гн, 20 мГн, 50 мГн, 200 мГн, 2 Гн, 14 Гн;

$\beta_{ст}$ $\frac{n\text{-}p\text{-}n}{p\text{-}n\text{-}p}$ (2 диапазона): 0—100, 0—200.

2. Режим генерации:
   а) прямоугольные импульсы
      частота — 20 Гц, 200 Гц, 2 кГц, 20 Гц, 100 кГц;
      амплитуда — 2,3 В, 4 В, 4,2 В, 4,3 В, 4,3 В;
      делитель — 1/1, 1/10, 1/100, 1/1000;
   б) генерация модулированного сигнала промежуточной частоты 465 кГц; делитель 1/1, 1/10, 1/100, 1/1000.
3. Режим усиления:
   коэффициент усиления — до 10;

   полоса пропускания — до 200 кГц.
4. Режим генерации стабильного тока (постоянного):
   1 мкА, 10 мкА, 0,1 мА, 1 мА, 10 мА.
5. Головка измерительного прибора — М4200 с током полного отклонения 1 мА.
6. Входное сопротивление — не менее 5 МОм
7. Напряжение питания, В — 9.

Прибор сохраняет работоспособность при снижении напряжения источника питания до 4 В.

8. Потребляемый ток, мА: максимальный — 26 мА (при измерении $R_x = 100$ Ом); номинальный — 16 мА, в том числе: 13 мА — измерительная схема и 3 мА — генератор импульсов.
9. Габаритные размеры, мм — 138×90×68.
10. Объем, см³ — 840.
11. Масса без элемента питания, г — 400.

Коммутация режима работы генератора импульсов и измерение L_x, C_x, $\beta_{ст}$ осуществляется установкой перемычек на задней стенке прибора (рис. 2). Вид передней панели многофункционального авометра приведен на рис. 3. Вместо транзистора КТ501Л можно использовать любой кремниевый транзистор с максимальным током коллектора более 10 мА. Микросборка транзисторов может быть заменена парой идентичных по параметрам кремниевых транзисторов. В приборе использован навесной монтаж. В схеме могут быть использованы резисторы МЛТ-0,125, МЛТ-0,25, МЛТ-0,5, УЛМ-0,12, предварительно отобранные по номиналу на прецизионном омметре с точностью ±1%. При использовании более чувствительной головки измерительного прибора схема может быть упрощена (удаление микросхемы К159НТ1Д), с уменьшением потребляемого устройством тока.

Генератор прямоугольных импульсов может быть выполнен и на микросхемах серии КМОП (К176, К164, К561, К564) по традиционной схеме. В качестве LC-контура использован колебательный контур фильтра промежуточной частоты радиовещательного приемника. Для получения модулированных колебаний в радиовещательном диапазоне в качестве LC-контура можно использовать соответствующие колебательные контура радиоприемника, причем для перестройки по диапазону конденсатор контура должен быть переменной емкости.

Налаживание прибора сводится к балансировке схемы подбором резисторов R21, R28 (грубо) и потенциометра R26 (точно), а также к установлению границ

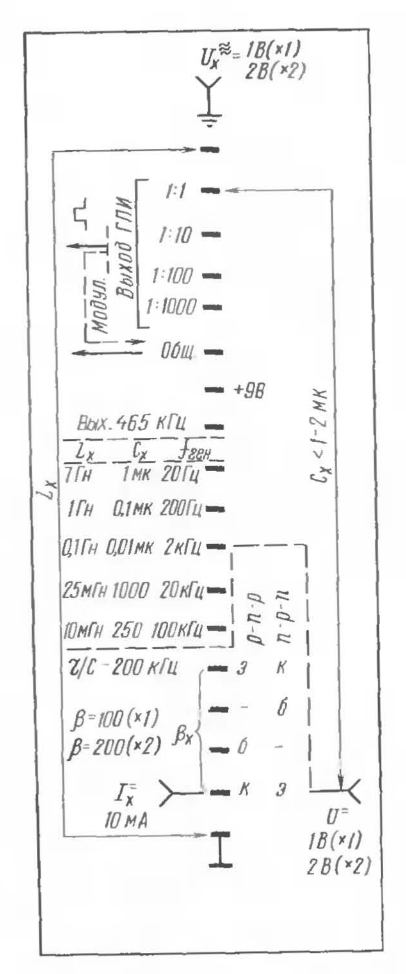


Рис. 2. Задняя стенка прибора

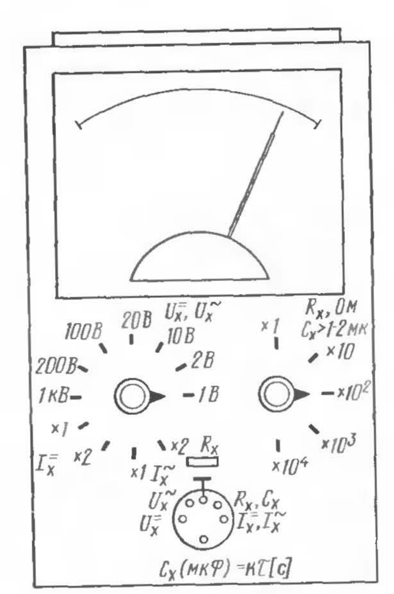


Рис. 3. Передняя панель прибора

диапазонов — резистором R24. Возбуждения генератора прямоугольных импульсов добиваются подбором резистора R22, установление рабочих частот генерации — подбором конденсаторов С7—С11 (например, при использовании частотомера либо набора эталонных конденсаторов).

ВОЗВРАЩАЯСЬ К НАПЕЧАТАННОМУ

МУЗЫКАЛЬНЫЙ ЗВОНОК-АВТОМАТ

А. Череватенко

В сборнике ВРЛ № 103 было дано описание музыкального звонка-автомата. У многих читателей возник вопрос о том, как изготовить матрицу R7, не применяя метод ее намотки высокоомным проводом на спецкаркасе. Эту матрицу можно изготовить из дискретных переменных резисторов, желательно небольших размеров, например СП5-16В или СП3-38Б. Размещаются они на отдельной выносной печатной плате-линейке. Количество переменных резисторов — 15 штук. Все они одного номинала 1,5 кОм или 2,2 кОм. Схема их соединения приведена на рис. 1. Номера выводов распаиваются согласно принципиальной схеме в ВРЛ № 103 (с. 54, рис. 1). Настройку начинают с R7.1, устанавливают код дешифратора DD8. Это будет «1» на выводе 23 и «0» на выводах 22, 21, 20 DD8. Следующий резистор R7.2 и код DD8 соответственно: на выводе 23 — «0»; 22 — «1», на выводах 21 и 20 — «0» и т. д. При этом на выводе 11 DD9 цифровым частотомером измеряется частота соответствующей ноты. Дополнительные данные к табл. 1 (см. с. 56) приведены в табл. 1.

Возможны округления до целых значений частот. Например: Си (М) ≃ 247 Гц, Ми бемоль ≃ 311 Гц.

На рис. 2 приведен фрагмент рисунка печатной платы

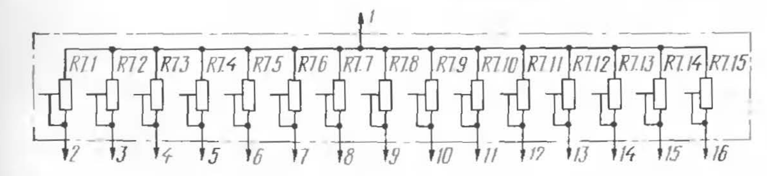


Рис. 1. Схема соединения резисторов

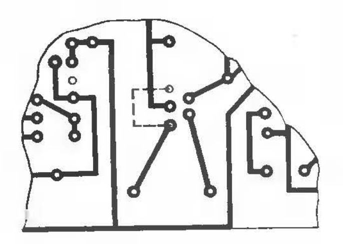


Рис. 2. Фрагмент печатной платы

(рис. 3, с. 62), где пунктирной линией показана пропущенная перемычка.

Таблица 1

К настройке тонального генератора

Нота	Частота, Гц
Пауза	0
До диез (II октава)	554,37
До (II октава)	523,25
Си	493,88
Си бемоль	466,16
Ля	440,0
Ля бемоль	415,30
Соль	392,00
Фа диез	370,00
Фа	349,23
Ми	329,63
Ми бемоль	311,13
Ре	293,66
До диез	277,18
До (I октава)	261,63
Си (малая октава)	246,94

ПРИМЕНЕНИЕ ОПТРОННОГО ДАТЧИКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ЗАЖИГАНИЯ

Г. Кудинов, Е. Кудинова

В выпуске № 97 сборника ВРЛ за 1987 год была опубликована статья авторов Г. Кудинова и Г. Савчука «Оптронный датчик электронного зажигания для автомобилей «Жигули». Поток писем из разных регионов

страны показал не только большой интерес автолюбителей, но также и то, что большинство читателей нуждаются в пояснении: как и куда включить описанный датчик.

В публикуемой ниже статье содержатся ответы на многие вопросы читателей.

Для определения угла положения коленвала двигателя и управления системой зажигания используются самые разнообразные датчики — механические, электромагнитные, индуктивные, магниторезистивные, оптоэлектронные и др. Механические датчики (прерыватели) применялись и применяются в большинстве карбюраторных двигателей. Основными их достоинствами являются простота, малая стоимость и возможность коммутировать большие токи, что позволяет непосредственно к ним подключить катушку зажигания. Однако, вследствие недостатков им присущих, неоднократно описанных на страницах журналов и в выпусках ВРЛ, а также в литературе по автомобильной электронике, конструкторы все чаще применяют бесконтактные датчики.

При выборе типа датчика авторы старались соединить простоту конструкции с возможностями электроники, что и определило тип используемого датчика.

Оптронный датчик, состоящий из светодиода АЛ107А, фотодиода ФД-9 и шторки-кольца, описан в выпуске ВРЛ № 97 за 1987 г., где полностью даны его конструкция, размещение и рекомендации. Ошибок в чертежах нет.

На рис. 1 приведена принципиальная схема электронного зажигания, работающего совместно с оптронным датчиком.

Схема зажигания состоит из оптронного датчика, усилителя-формирователя, собранного по схеме триггера Шмитта на элементах R9—R15, VT5—VT6, усилителя тока VT7, R17, силового ключа VT8, R16, R18 и противоугонного устройства на элементах C1, R1—R8, VT1—VT4. Резистор R20 входит в состав противоугонного устройства, и его сопротивление является ключом данного устройства.

Сигнал, снимаемый с фотодиода, подается на вход усилителя-формирователя, нагрузкой фотодиода является резистор R9 и входное сопротивление транзистора VT5. Разметка пластины прерывателя Р125 выполнена

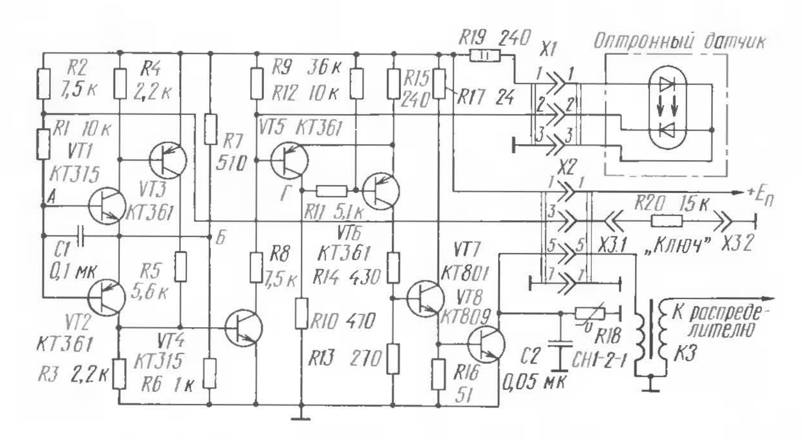


Рис. 1. Принципиальная схема электронного зажигания

таким образом, что фотодиод начинает освещаться в момент разрыва цепи прерывателя, что исключает дополнительную регулировку распределителя. При этом проводимость фотодиода возрастает, что приводит к увеличению тока через него, падение напряжения на R9 увеличивается и достигает порога переключения триггера. Транзистор VT5 открывается, а VT6 закрывается скачком, при этом VT7, а следовательно, и VT8 запираются и магнитная энергия, накопленная катушкой зажигания, преобразуется в высокое напряжение. Для защиты силового ключа от пробоя применен варистор R18 и конденсатор C2. При закрывании окна проводимость уменьшается, транзистор VT5 запирается, VT6, VT7, VT8 — отпираются и в катушке зажигания происходит накопление магнитной энергии. Далее циклы повторяются.

В систему электронного зажигания добавлено противоугонное устройство, описанное в ВРЛ № 97. Там же описана его работа и рекомендации по выбору ключа. В случае несовпадения сопротивления резистора R20 с установленным при настройке (если ключ вынут или пытаются подобрать иной) резисторный мост R2R20R6R7 разбалансирован и транзистор VT4 открыт. При этом принудительно открыт транзистор VT5 и фотодиод не оказывает управляющего действия на систему зажигания, которая оказывается заблокированной.

Схема электронного зажигания смонтирована в дюралевом фрезерованном корпусе размером 90×60×50, выполняющем одновременно роль радиатора транзисторов VT7 и VT8. Транзисторы размещены на корпусе в выфрезерованном углублении и залиты эпоксидным компаундом. Корпуса транзисторов электрически изолированы от фрезерованного корпуса схемы зажигания слюдяной прокладкой и диэлектрическими втулками, сквозь которые проходят крепежные болты накидных фланцев. Резистор R7 выполнен из провода ПЭЛШОК-0,51 и размещен внутри корпуса вдоль внутренних стенок для лучшей отдачи тепла радиатору. Для обеспечения механической жесткости провод приклеен клеем БФ-2. Соединение схемы с датчиком осуществляется кабелем, состоящим из трех проводов, помещенных в полихлорвиниловую трубку и экранную оплетку. Кабель подпаивается к ответной части разъема РГН1-1, установленного на прерывателе распределителя. Остальные соединения осуществлены через разъем РСГ-10АТВ. В качестве разъема для «ключа» авторы применили восьмиштырьковую панельку от радиоламп остальной серии. Желающим повторить описанное устройство следует иметь в виду, что транзисторы VT5, VT6 должны иметь $\beta \geqslant 100$, остальные транзисторы подбора не требуют.

Налаживание проводят с отключенным противоугонным устройством. Для этого резистор R8 временно выпаивают.

После проверки правильности монтажа схемы подключают датчик и подают напряжение питания. При вращении вала распределителя ток через фотодиод должен изменяться от 0,3...1,0 мА в освещенном состоянии до 2...20 мкА в затемненном.

Проще всего этот ток можно измерить, подключив тестер параллельно резистору R9. Фотодиод, имеющий темновой ток более 20 мкА при комнатной температуре, использовать нежелательно.

При этом напряжение на коллекторе VT6 должно скачком изменяться от 0 до 7...8 В.

Наиболее устойчивый режим работы усилителя-формирователя, в случае необходимости, можно установить подбором резистора R9.

Подключив катушку зажигания, проверяют работу системы. Искра должна устойчиво возникать при любых

скоростях вращения вала, вплоть до самых малых. В последнюю очередь налаживают противоугонное устройство. Сопротивление резистора «ключа» R20 подбирают такой величины, чтобы разность потенциалов между точками А и Б была равна нулю. Это можно проконтролировать тестером. После подбора резистора R20 впаивают на место резистор Р8 и проверяют схему. При установленном «ключе» (R20) система зажигания должна нормально работать. При извлечении «ключа» искра возникать не должна, что свидетельствует о нормальной работе защиты.

Все резисторы, мощность которых не указана на схеме — МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25. Транзисторы VT1—VT4 можно применять с любым буквенным индексом, возможно применение КТ312А (Б) и других, но обязательно кремниевых. Транзисторы VT2, VT3 можно заменить на КТ208 и др., но обязательно кремниевые, VT5 и VT6 — КТ361, КТ203. Возможно применение и германиевых МП42Б, однако это снижает температурную надежность работы устройства, VT7 может быть заменен на КТ807Б, КТ815, КТ817Б и др. Вместо КТ809 возможно применение КТ812А, КТ828А (Б), КТ834А, КТ838, КТ839, КТ841, при этом варистор R18 можно не ставить. Конденсатор С1 — типа КМ4, КМ5, С2 — МБМ на 500 В.

Вместо АЛ107А подойдет АЛ107Б или АЛ115. Тип фотодиода выбран исходя из его минимальных размеров в длину и большой крутизны преобразования. При применении диодов типа КФДМ и ФД-3 необходимо изменить конструкцию оптронного датчика. Разъем РСГ — 10АТВ можно заменить на любой, имеющийся у автолюбителя, допускающий ток через контакты не менее 3 А. Если контакты разъема допускают меньший ток, необходимо несколько контактов соединить в параллель для цепей общего провода и катушки зажигания.

Описанный оптронный датчик хорошо работает и с конденсаторными системами зажигания, имеющими импульсный накопитель энергии. В [3] помещена статья А. Синельникова «Блок электронного зажигания повышенной надежности», в которой описан вариант схемы с накопительным конденсатором, управляемым от стандартного прерывателя. За основу схемы взято типовое промышленное устройство «Искра-2М» [4], обладающее повышенной устойчивостью к импульсным помехам

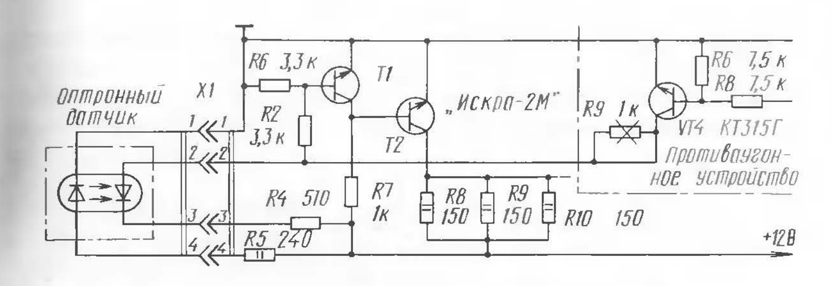


Рис. 2. Схема подключения датчика к системе «Искра-2М»

в бортсети, возникающим при работе различных систем автомобиля.

Принципиальная схема подключения оптронного датчика к указанному блоку показана на рис. 2. В схеме указаны обозначения элементов, принятые в оригинале (рис. 1, с. 40). При этом элементы R1, R3, D1—D4 и конденсатор С1 исключен. Конденсатор прерывателя также не требуется. Сопротивление резистора R5 изменяется на 240 Ом, а R4 — на 510 Ом. Перемычка между ними со стороны контакта прерывателя «Пр» разрывается и они используются для стабилизации тока светодиода (R5) и для защиты системы зажигания от неприятностей в случае замыкания на массу провода +12 В, идущего к фотодиоду (R4). Сопротивление резистора R7 желательно увеличить до 1...1,5 кОм. Схема распайки фотодиода отличается от рис. 1.

Противоугонное устройство, описанное в «ВРЛ» № 97 в статье «Оптронный датчик электронного зажигания для автомобиля «Жигули», также можно использовать с данной схемой. На рис. 2 показано включение противоугонного устройства, при этом резистор R9 из схемы противоугонного устройства исключается. Желающим использовать оптронный датчик со схемой «Искра-2» следует иметь в виду, что в схеме, опубликованной в ВРЛ № 73, допущена ошибка — резистор R14 нижним концом должен быть соединен с коллектором транзистора VT2, а не с шиной +12 В.

Описанный датчик можно использовать и с системами «Искра-1», а также «Электроника Б-5-31». Так как в схемах применен импульсный способ управления, то необходимо использовать оптронный датчик совместно

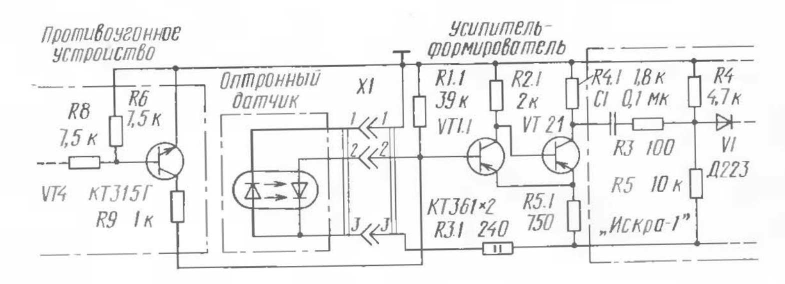


Рис. 3. Схема подключения датчика к системе «Искра-1»

с усилителем-формирователем, схема которого показана на рис. 3. Выход формирователя подключается к входу устройств — к контакту, который соединяется с прерывателем, а из схемы удаляются резисторы R1 и R2, которые в их штатном использовании обеспечивают ток прерывателя порядка 0,2 А. Обозначения соответствуют схемам, описанным в [4]. При использовании системы «Искра-3» необходимо добавочно исключить VT1 и VT3, при этом многоискровой режим исключается.

Схема на рис. 3 может применяться совместно с промышленным прибором «Электроника-1М». Включение аналогично — выход формирователя подключается к контакту входа устройства вместо прерывателя, резисторы R8 и R9 из схемы убираются.

При использовании схемы формирователя надо учесть, что он должен быть размещен рядом с устройствами зажигания и соединен с ними возможно более короткими проводами. Конструктивное соединение с датчиком такое же, как и с устройством на рис. 1.

Устойчивая работа формирователя обеспечивается подбором резистора $R2^1$ формирователя. Резисторы $R1^1$ и $R3^1$ являются токоограничительными. Усиление транзистора $VT1^1$ по постоянному току желательно не менее $\beta \geqslant 100$.

Противоугонное устройство может быть подключено к датчику при использовании с промышленными системами «Искра-1», «Электроника Б-5-31», «Искра-3» и «Электроника-1М» в соответствии со схемой рис. 3.

Конструкции, как системы зажигания в целом, так и усилителя-формирователя с противоугонным устройством,

могут быть любыми, важно, чтобы они были достаточно прочными механически, поэтому авторы не приводят чертежей радиаторов, печатных плат и схем разводок, предлагая радиолюбителям самим попробовать силы в конструировании.

Литература

1. Горкин В., Федоров А. Бесконтактная система зажигания.— ВРЛ № 73, ДОСААФ, 1981.
2. Бела Буна. Электроника в автомобиле.— М.: Транспорт, 1979.
3. Синельников А. Блок электронного зажигания повышенной надежности.— ВРЛ № 73, ДОСААФ, 1981.
4. Синельников А. Электронные приборы для автомобилей.— М.: Энергоатомиздат, 1986.
5. Кудинов Г., Савчук Г. Оптронный датчик электронного зажигания для автомобиля «Жигули».— ВРЛ № 97, ДОСААФ, 1987.

НАШИ СПРАВКИ

ЭЛЕМЕНТЫ И АККУМУЛЯТОРЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ ПИТАНИЯ МАЛОГАБАРИТНОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

А. Зиньковский

Питание большого разнообразия радиоэлектронной аппаратуры, особенно малогабаритной, осуществляется элементами и батареями, а также аккумуляторами и аккумуляторными батареями.

Для питания наручных электронных часов, фотоэкспонометров, электрокардиостимуляторов, в качестве стабильных (опорных) источников напряжения измерительных устройств и для других целей используют ртутно-цинковые (РЦ) элементы и батареи.

Рабочий диапазон температур окружающей среды летних элементов (без индекса) — от 0 до +50 °С, универсальных («У») — от −30 до +50 °С, термостойких («Т») — от 0 до +70 °С. Средний температурный коэффициент напряжения РЦ элементов при разомкнутой цепи в интервале температур от 0 до +50 °С не превышает +0,004% °С. Срок хранения элементов достигает 2,5 лет, саморазряд не превышает 1% в год.

РЦ элементы имеют очень пологие разрядные кривые при малых токах разряда (около 1...2 мА). В этом режиме напряжение РЦ элементов практически изменяется от 1,35 В в начале разряда до 1,25 В в конце разряда. С понижением температуры окружающей среды до 0 °С и ниже разрядные кривые имеют резкоспадающий характер.

Корпус элементов — стальной, в виде дисков. В корпус запрессовывается активная масса положительного электрода, состоящая из окиси ртути и графита. В качестве

активной массы отрицательного электрода применяется амальгамированный цинковый порошок, содержащий 5...10% ртути. Электролитом является раствор едкого кали, насыщенный окисью цинка.

Основные электрические параметры РЦ элементов и батарей приведены в табл. 1. Элементы РЦ-82Т имеют двойной особо надежный корпус. Батарея 6РЦ-63 носит название «Крона РЦ». Батареи типов от 2РЦ-55с до 5РЦ-55с предназначены для питания электрокардиостимуляторов сердца, они имеют пластмассовый корпус и лепестковые выводы под пайку.

Преимущества аккумуляторов над гальваническими элементами заключаются в возможности их многократ-

Таблица 1

Электрические параметры ртутно-цинковых элементов и батарей (при +20 °С)

Обозначение элемента или батареи	Напряжение, В, не менее		Номинальная емкость, А·ч	Разрядный ток, мА	Продолжительность работы, ч	Габаритные размеры (D×H), мм	Масса, г	Срок сохраняемости, мес.
	начальное	конечное						
РЦ-11	1,25	1,0	0,02	0,15	—	4,7×5,0	0,5	6
РЦ-13	1,25	1,0	0,02	0,15	—	6,0×3,5	0,45	6
РЦ-15	1,25	1,0	0,04	0,3	—	6,3×6	0,85	6
РЦ-31	1,25	1,0	0,07	1,0	—	11,5×3,6	1,3	12
РЦ-32	1,25	1,0	0,05	2,0	—	11×3,5	1,3	6
РЦ-53	1,25	1,0	0,25	10	24	15,6×6,3	4,6	18
РЦ-55	1,25	1,0	0,5	10	50	15,6×12,5	9,5	30
РЦ-57	1,25	1,0	1,0	20	—	16×17	15	12
РЦ-59	1,25	1,0	3,0	60	—	16×50	44	12
РЦ-63	1,25	1,0	0,55	20	27	21×7,4	10,5	18
РЦ-65	1,25	1,0	1,0	20	53	21×13	18,1	30
РЦ-73	1,25	1,0	1,0	30	32	25,5×8,4	17,2	18
РЦ-75	1,25	1,0	1,5	30	55	25,5×13,5	27	30
РЦ-82Т	1,25	1,0	1,5	50	—	30,1×9,4	30	18
РЦ-83	1,25	1,0	1,5	50	35	30,1×9,4	28,2	18
РЦ-84	1,22	1,0	2,5	50	—	30,1×14	45	30
РЦ-85	1,22	1,0	2,5	50	55	30,1×14	39,5	30
РЦ-93	1,25	1,0	13,0	300	—	31×60	170	6
2РЦ-55с	2,68	1,8	0,45	10	—	16,2×27	20	—
3РЦ-55с	4,02	2,7	0,45	10	—	16,2×40	30	—
4РЦ-55с	5,36	3,6	0,45	10	—	16,2×53	40	—
5РЦ-55с	6,7	4,5	0,45	10	—	16,2×66	50	—
2РЦ-63	2,5	1,8	0,55	60	—	22×16	21,1	12
6РЦ-63	7,2	5,4	0,6	10	—	23×48	71	6
5РЦ-84	6,0	4,5	3,0	100	—	35×85	250	—

Таблица 2

Электрические параметры дисковых герметичных никель-кадмиевых щелочных аккумуляторов и батарей

Тип аккумулятора	Номинальная емкость, мА·ч	Напряжение, В, не менее		Режимы разряда (при +20 °С)						Габаритные размеры (D×H), мм	Масса, г	Срок службы, мес., не менее	Срок сохраняемости, мес.
				пятичасовой		десятичасовой		пятнадцатичасовой					
		номинальное	конечное	ток, мА	емкость, мА·ч	ток, мА	емкость, мА·ч	ток, мА	емкость, мА·ч				
Д-0,025Д	25	1,2	1,0	—	—	2,5	25,0	2,5	37,5	11,6×5,5	2,0	24	18
Д-0,06	60	1,2	1,0	12,0	60,0	—	—	6,0	90,0	15,7×6,6	4,0	12	12
Д-0,06Д	60	1,2	1,0	—	—	6,0	60,0	6,0	90,0	15,6×6,1	3,6	24	18
Д-0,1	115	1,2	1,0	23,0	115,0	—	—	12,0	180,0	20,1×7,1	7,0	14	15
Д-0,115Д	115	1,2	1,0	—	—	11,5	115,0	11,5	179,2	20,0×6,6	7,0	24	18
Д-0,25	250	1,2	1,0	50,0	250,0	—	—	25,0	375,0	27,2×10,3	14,0	12	6
Д-0,26Д	260	1,2	1,0	—	—	26,0	260,0	26,0	390,0	25,2×9,3	13,5	24	18
Д-0,26С	260	1,2	1,0	52,0	260,0	—	—	26,0	390,0	25,2×9,3	13,5	24	18
Д-0,55С	550	1,2	1,0	110,0	550,0	—	—	55,0	825,0	34,6×9,8	28,0	24	18
7Д-0,115-У1.1	115	8,4	7,0	20,0	100,0	11,5	115,0	—	—	24.0×62.2	60,0	15	14

ного использования путем регулярного подзаряда и значительного увеличения разрядного тока (номинальный разрядный ток аккумулятора численно равен 0,1 его начальной емкости) без заметного снижения емкости. Однако удельная энергоемкость аккумулятора (произведение отдаваемой энергии за один цикл на общее число циклов разряд-заряд, отнесенное к общей стоимости эксплуатации аккумулятора) меньше, чем у гальванических элементов (батарей).

Широкое применение в качестве химических источников тока для малогабаритной радиоаппаратуры и микрокалькуляторов, слуховых аппаратов и переносных измерительных устройств, карманных электрических фонарей и других устройств получили малогабаритные герметичные дисковые никель-кадмиевые щелочные аккумуляторы. Эти аккумуляторы работают в широком диапазоне температур окружающей среды, имеют большой срок службы, относительно малую стоимость, удобны в эксплуатации, так как не требуют постоянного ухода, не выделяют едких паров и газов, обладают высокой вибро- и ударопрочностью, являются взрыво- и пожаробезопасными, допускают установку в питаемом аппарате в любом положении в пространстве.

Корпус дискового никель-кадмиевого аккумулятора представляет собой стальной никелированный сосуд круглой формы с кольцевым выступом по краям. Стальная крышка сверху завальцовывается с корпусом через герметизирующую изоляционную прокладку. Электроды представляют собой коробочки из никелевой сетки, заполненные активной массой. Между электродами размещен сепаратор из капроновой ткани. Все электроды прижаты один к другому и корпусу пружиной. Свободное пространство в аккумуляторе заполнено электролитом: раствором едкого кали с добавкой моногидрата лития. Приняты специальные меры для предупреждения газовыделения в замкнутом объеме аккумулятора при заряде.

В табл. 2 приведены основные электрические параметры. В обозначении буква «Д» означает «дисковый аккумулятор», цифры, стоящие после буквы,— номинальную емкость аккумулятора в ампер-часах. буквы после цифр — режим разряда: Д — длительный (десятичасовой), С — средний (пятичасовой).

Аккумуляторы предназначены для работы в диапазоне температур от −20 до +45 °С. Номинальное напряже-

ние аккумуляторов 1,2 В, конечное напряжение при разряде — не менее 1 В.

Аккумуляторы следует заряжать при помощи зарядного устройства при температуре окружающего воздуха +20 °С.

Литература

1. Вересаев Г. П. Электропитание бытовой радиоэлектронной аппаратуры.— М.: Радио и связь, 1983.
2. Терещук Г. М. и др. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства.— Киев: Наукова Думка, 1988.
3. *От составителя.* Рекомендуется:
   Варламов Р. Г., Варламов В. Р. Малогабарнтные источники тока.— М.: Радио и связь, 1988, МРБ, вып. 1129.

СОДЕРЖАНИЕ